中華農業研究

第三十二卷　　第　三　期

目　次

水稻臺農67號對稻熱病抵抗性改良之研究……………………卜瑞雄　黃真生……201
二期作水稻光合成物質的生產、分配及與產量間的
　關係……………………………………楊議華　梁文寶　魏夢麗　劉大江……209
雙交種暗玉米產量穩定性之研究……………………呂宗佳　盧煌勝　萬　雄……219
病毒對甘藷農藝性狀的影響…………………………廖嘉信　鐘美麗　蔡新聲……228
亞麻植期及種子成熟度對朔果發育與含油量之影響…邱善美　韓青梅　莊周瑞……233
臺東地區木瓜缺硼臨界濃度之測定與其土壤中
　含硼狀況之研究…………………………張淑賢　胡南輝　陳春泉　邱再發……238
大豆不同品種根瘤菌固氮能力與產量間關係之研究……………………林錫錦……253
菜豆抗銹病篩選及臺灣菜豆銹病菌之生理小種……………………………葉忠川……259
豇豆蚜媒嵌紋病毒及其對長豇豆產量及品質之影響……………張清安　郭燕君……270
稻小粒菌核病之研究　Ⅱ．田土中菌核之密度及不同
　水份潛勢對病菌生長之影響………………………簡錦忠　曾方明　謝麗娟……279
臺灣稻縱捲葉蟲天敵之調查………………………………………陳健忠　邱瑞珍……286
蔬菜農藥殘留問題之研究　Ⅰ．蔬菜性狀對農藥
　粘著及消退之影響（英文）……………………………………李文台　鄭　允……292

中華民國七十二年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峯鄉

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：201～208（1983）

水稻臺農67號對稻熱病抵抗性改良之研究[1]

卜瑞雄　黃眞生[2]

摘要：爲改良臺農 67 號之稻熱病抵抗性，於民國 68 年第二期作開始以抗稻熱病品種 TKM-6, M1-48, Dawn, Tetep, Carreon, Shensho 及 Dular 等爲父本與臺農 67 號雜交，後以臺農 67 號爲輪迴親本進行一系列之回交，以便將抗病基因導入於臺農 67 號。其中 Dawn, Tetep 及 Carreon有關三組合之BC_1F_1 乃以磨傷法點接稻熱病菌 4 個生理小種 ID-14, IE-2, IF-3 及 IG-2 於葉片上，檢驗其對 4 小種之抵抗性。Dawn 組合 BC_1F_1 之分離比顯示，對 IG-14 及 IG-2 之抵抗性似各由一對基因所控制，而對 IE-2 則有3對，IF-3 有2對基因參與。在 Carreon 組合之 BC_1F_1 對 ID-14 及 IG-2 似各有一對，對 IE-2 及 IF-3 似各有3對基因參與。 Tetep 組合的 BC_1F_1 則似乎比前兩組合有較多的抗病基因參與，對 ID-14 及 IG-2 之抗病性各有2對，對 IE-2 及 IF-3 各有4對基因參與。又 Tetep 組合之 BC_2F_1 在病圃有較多的抗病系統出現，顯示 Tetep 乃具有多數抗病基因之優良抗病種源。經人工接種選拔及病圃篩選選得之植株繼續回交至第 3 、4次，由其後代系統中，已選得多數抗病且株型優良之系統，其中部分已成立爲品系參加產量比較試驗；同時亦進行 BC_4F_1 間之複交，再以花藥培養法做配偶子型之選拔，預期將可選育抗病性較廣且又高產之稉稻新品種。

水稻品種臺農67號自民國67年推廣至今，短短幾年，其栽培面積已擴大至 454,620 公頃（民國71年），佔全省稻作面積之 70.3% [4]，且有持續增加之趨勢。臺農 67號之所以如此廣受農民歡迎，乃由於此一品種之適應性廣又高產約10%，且耐倒伏，適合機械收穫 [2]。惟對於稻熱病（*Pyricularia oryzae* Cav. ）之抵抗性差，在稻熱病容易發生地區，易罹嚴重之稻熱病 [1,2]，遭受損失。

根據農林廳稻作主要病蟲害發生面積統計資料，本省過去數十年中，每年一期作發生稻熱病的水田佔稻作面積之10%以上，55年及 62 年各佔 23%，爲流行之年 [1]，可見稻熱病在本省仍爲稻作之最主要病害。因此，現行栽培品種對稻熱病應具有某程度以上之抵抗性，始能減少稻熱病爲害之損失。目前本省各地普遍栽培臺農67號，且其面積仍繼續增加，雖然稻熱病可以藥劑防治收到良好效果，然而如果遇到某年突然稻熱病發生特別嚴重，則不論防治與否，其所受之損失將相當驚人，這是我們所不願見到，也是最爲擔心的。因此，改良臺農67號之稻熱病抵抗性，實爲刻不容緩之事。

本研究的目的乃將抗病品種，諸如 Tetep、 Carreon、 Dawn 等之抗病基因以回交育種法導入於臺農67號，以改良臺農67號之稻熱病抵抗性，期能選育出稻熱病抵抗性强且高產之新品種。

材料與方法

所用水稻品種有臺農 67 號、TKM-6、M1-48、Dawn、Carreon、Tetep、Shensho、Dular等及其與臺農 67 號之雜種 F_1, BC_1F_1, BC_2F_1, BC_3F_1 及 BC_4F_1 等（表 1）。

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1101號。本研究蒙農發會經費補助，特此申謝。
2.本所助理研究員及研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

接種用稻熱病生理小種有 ID-14、IE-2、IF-3 及 IG-2，由中央研究院植物所吳信淦博士提供。其他接種用病菌由本所病理系簡錦忠博士提供。

表1. 臺農67號與 TKM-6, M1-48, Dawn, Carreon, Tetep, Shensho 及 Dular 雜交及回交後代選育情形。

Table 1. Numbers of seeds and plants of the backcross materials of TNG 67/TKM-6, M1-48, Dawn, Carreon, Tetep, Shensho, Dular crosses obtained from 1979 2nd Crop to 1981 2nd Crop

Cross combination	BC_1F_1	BC_2F_1		BC_3F_1		BC_4F_1		No. of estimated plants in bulk population (×1000)				
	No. of plants	No. of family	Seeds	No. of family	Seeds	No. of family	Seeds	F_2	F_3	BC_1F_2	BC_1F_3	BC_2F_2
TNG 67/TKM-6	372	8	1,225	—	—	—	—	—	—	10	10	20
TNG 67/M1-68	488	2	357	—	—	—	—	10	10	10	10	5
TNG 67/Dawn	970[b]	5	521	5	345	3	632	2.5	10	10	10	10
TNG 67/Carreon	680[b]	7	260	1	55	1	121	5	—	10	5	—
TNG 67/Tetep	507[b]	17	2,058	23	1,966	15	4,327	10	10	15	10	20
TNG 67/Shensho[a]	294	—	—	—	—	—	—	5	—	5	—	—
TNG 67/Dular[a]	519	8	505	7	1,285	—	—	5	—	—	—	—

a. TNG 67/Shensho and TNG 67/Dular were crossed one crop season later.
b. A part of plants were inoculated with 4 races (ID-14, IE-2, IF-3, IG-2) of the blast fungus.

民國68年2期作起進行臺農67號與抗稻熱病品種 TKM-6, M1-48, Dawn, Carreon, Tetep等雜交。69年1期作則進行第1次回交，及臺農 67 號與 Shensho、Dular 之雜交。第2期作以中研院植物所提供的4個生理小種 ID-14, IE-2, IF-3 及 IG-2 接種於 Dawn、Carreon 及 Tetep 有關之 BC_1F_1 個體，以臺農 67 號為對照，每株3葉，每葉以磨傷法點接4個小種，任何一小種在3葉中之一個或以上產生病斑時，則認為該個體對那一小種感病。此測驗於開花終了之前完成，以便選出抗病之個體，再進行第2次回交。70 年1期作將各組合 BC_2F_1 材料種植於南投縣國姓鄉稻熱病圃，測其稻熱病抵抗性，並於開花前將抗病性强且株型優良之植株挖回本所，再予第3次回交。第2期作將回交後代在苗期由本所植病系支援，使用綜合性菌種以人工接種測驗抗病性，選出確實抗稻熱病之苗株種植田間，成株再選具有臺農67號的優良特性之個體，繼續進行第4次回交。於下期作繼續培育 BC_4F_1 及在國姓病圃做抗病性檢定，每次回交時，除獲選回交植株外，其他植株均予混合收穫，並以機插法繁殖混合集團，繼續選育。

結　果

民國 68 年第2期作起連續三年進行臺農 67 號與抗病品種 TKM-6, M1-48, Dawn, Tetep, Carreon, Shensho 及 Dular 雜交，然後做一連串回交，至 BC_4 為止，詳細經過如表1。其間BC_1F_1材料剛好在第2期作，稻熱病發病機會甚小，難於檢定那一 BC_1F_1 個體是抗稻熱病者，乃以磨傷法點接侵襲臺農 67 號之4個生理小種 ID-4, IE-2, IF-3 及 IG-2，結果如表2所示。有關 Tetep 之組合有兩個 BC_1F_1 系統顯示沒有一致之抵抗性分離，其中之一系統後代發現似非與 Tetep 雜交者，予以淘汰未採用。至於 Dawn 及 Carreon 有關系統的抗病性均有相似之分離情形（表2）。並求其對各小種抵抗性之分離比（表3）。由表3知，Dawn 及 Carreon 對 ID-14 及 IG-2 之抵抗性似各有一對，而對 IE-2 似有對3基因參與；然 Dawn 對 IF-3 小種抵抗性似有2對，Carreon 則有

表 2. 回交材料（BC_1）以稻熱病菌 4 個小種接種之結果（69 年 2 期）。

Table 2. Reactions of the BC_1's of three crosses of rice to 4 races of the blast disease fungus (1980 second crop).

Race ID-14	IE-2	IF-3	IG-2	TNG67^2/ Dawn	TNG 67^2/ Carreon	TNG 67^2/ Carreon	TNG 67^2/ Tetep	TNG 67 (CK)
R	R	R	R	6	3	7	24	
S	R	R	R	2	6	2	4	
R	S	R	R	1		1	1	
R	R	R	S	4	2	6	3	1
R	R	S	S	1		1		
S	R	R	S	11	8	11	6	3
S	S	R	R	1				
S	R	S	R	2	1			
R	S	S	R	1		1		
S	R	S	S	2	1	1	1	
S	S	R	S		1	2	1	1
S	S	S	S			1		1
Total				31	22	33	40	6

表3. TNG 67^2/Dawn, TNG 67^2/Carreon 及 TNG 67^2/Tetep 之 BC_1F_1 對 4 個稻熱病菌小種抵抗性之分離（民69年二期）。

Table 3. Segregation of blast disease resistance in the BC_1F_1's of TNG 67^2/Dawn, Carreon, Tetep to 4 races of the fungus (1980 2nd crop).

Combination	Race	R	S	Possible ratio	Probability	Gene pairs
TNG 67^2/Dawn	I D-14	13	18	1 : 1	0.5< P<0.3	1
	I E-2	28	3	7 : 1	0.7< P<0.5	3
	I F-3	25	6	3 : 1	0.5< P<0.3	2
	I G-2	13	18	1 : 1	0.5< P<0.3	1
TNG 67^2/Carreon	I D-14	21	34	1 : 1	0.1< P<0.05	1
	I E-2	49	6	7 : 1	0.8< P< 0.7	3
	I F-3	49	6	7 : 1	0.8< P< 0.7	3
	I G-2	21	34	1 : 1	0.1< P<0.05	1
TNG 67^2/Tetep	I D-14	28	12	3 : 1	0.5< P<0.3	2
	I E-2	38	2	15 : 1	0.8< P<0.2	4
	I F-3	39	1	15 : 1	0.5< P<0.3	4
	I G-2	29	11	3 : 1	0.8< P<0.7	2

3對基因參與。至於 Tetep 有關 BC_1F_1對於4小種抵抗性之分離比，則與前二者稍有不同，對ID-14 及 IG-2 之抵抗性各有2對，對 IE-2 及 IF-3 各有4對基因參與。以上測驗結果乃假設三品種對於 ID-14、IE-2、IF-3 及 IG-2 4小種之抵抗性爲完全顯性之重複基因（Duplicate genes）前題下所做之推論。利用臺農 67 號與 Dawn 及 Carreon 之 BC_1F_1 點接 4 小種測驗所得之資料，做此等 BC_1F_1 對 ID-14 及 IG-2 抵抗性之獨立性測驗。TNG 67^2/Dawn 組合所得之 X^2 值不顯著，表示其對 ID-14 及 IG-2 之抗病基因是獨立的，但在 TNG 67^2/Carreon 方面，則顯示其對 ID-14 的抗病基因似對 IG-2 的抵抗性基因有連鎖關係（C. O. V. %=32.7±6.3）（表4）。

表4. TNG 67^2/Dawn, Carreon 之 BC_1F_1 對稻熱病小種 ID-14 及 IG-2 抵抗性之獨立性測驗（69年2期）。

Table 4. Independence test for the blast disease resistance in the BC_1F_1's of TNG 67^2/Dawn, Carreon to 2 races of the fungus (1980 2nd crop).

Combination	Race	Reaction of LBL			
TNG 67^2/Dawn	ID-14	R		S	
	IG-2	R	S	R	S
	No. of Observed plants	8	5	5	13
	Theoretical No.	5.45	7.55	7.55	10.45
	χ^2	3.53(N. S)		0.1<P<0.05	
TNG 67^2/Carreon	ID-14	R		S	
	IG-2	R	S	R	S
	No. of Observed plants	12	9	9	25
	Theoretical No.	8.02	12.93	12.8	21.02
	χ^2	5.17**		0.05<P<0.01	

** P=0.01極顯著

根據磨傷法點接小種所得之抗病反應結果，選出抗病之植株再回交於臺農67號，所得 BC_2F_1 種植於病圃之抗病反應結果示如表5。其中以 Tetep 有親緣關係者在病圃表現較佳，但部分植株（BC_1F_1）雖點接小種表現有抵抗性，但第2次回交後代（BC_2F_1）在病圃表現並不理想。此可能由於點接法操作時，人爲或其他因素使菌液無法有效附著葉片上，而未能依照植株的眞正基因型表現抗或感病，因而誤選，或其他另有原因，則須再做更精確之求證。

經於病圃篩選之 BC_2F_1 植株，其中與 TKM-6 及 M1-48 有關之回交後代因顯出有並不强之抵抗性，均予淘汰。其餘與 Dawn, Carreon 及 Tetep 有關之回交後代，選取抗病且株型近似臺農 67 號植株，於抽穗前挖回本所，繼續第3次回交於臺農67號。其 BC_3F_1 後代則種植於育苗框內，半數苗於秧苗期時由本所植病系協助接種，檢定結果如表6。選取抗病苗株移植於本田栽種。另一半數苗則未經接種，直接種植於田間。BC_3F_1 經接種過表現抗病之植株中選取株型良好者進行第4次回交。未被選取回交者，不論其 BC_3F_1 有無接種，亦選取株型良好之單株，成立爲 BC_3F_2 系統。故於71年1期作將BC_3F_2 及 BC_4F_1 種植於國姓鄉稻熱病病圃，經稻熱病抵抗性篩選，選拔部分 BC_3F_2及BC_4F_1 抗病而株型優良之植株，挖回本所，從事不同抗原間之複交。所得複交 F_1 擬以花藥培養法做配偶子

型之選拔，使各種抗病基因經花藥培養後，變成同型結合個體。把此等個體的種子分成十幾個樣品，以供做各種測驗之用，所需多數優良性狀基因的同型結合體期可由此而選出。

表 5. TNG 67^3/Dawn, Carreon, Tetep 之 BC_2F_1 對稻熱病抵抗性之分離情形（70年 1 期，國姓病圃）。

Table 5. Segregations of the BC_2F_1's families of TNG 67^3//Dawn, Carreon, Tetep for the blast disease resistance (1981, 1st crop, Kuohsin nursery).

Combination	Reaction of BC_1F_1 to 4 races[a]	Reaction of BC_2F_1 to LBL						No. of plants
		HR	R	MR	MS	S	HS	
TNG 67^3/Dawn	R R R S	23	3	6	7	7		46
TNG 67^3/Dawn	S S R R		3	8	12	10		33
TNG 67^3/Carreon	R R R R	20	4	8	5	1		38
TNG 67^3/Tetep	R R R R	25	2	3	13			43
TNG 67^3/Tetep	R R R R	6	2					8
TNG 67^3/Tetep	R R R R	20	3	2	1			26
TNG 67^3/Tetep	R R R R	21		4	6	2		33
TNG 67^3/Tetep	R R R R			13	22	4		39
TNG 67^3/Tetep	R R R R			14	25	4		43
TNG 67^3/Tetep	R R R R	17		4	13	4		38
TNG 67^3/Tetep	R R R R	17	9	3	6	5		40
TNG 67^3/Tetep	R R R R			7	27	6		40
TNG 67^3/Tetep	R R R R	10	8		7	5		30
TNG 67^3/Tetep	R R R R		7	26	7			40
TNG 67^3/Tetep	R R R R			5	23	12		40
TNG 67^3/Tetep	R R R R		7	30	10	1		48
TNG 67^3/Tetep	R R R R		10	24	13			47
Total		159	58	157	197	45		632

a. Reaction to inoculated 4 races, ID-14, IE-2, IF-3, IG-2 in 1980, 2nd crop.

表6. TNG 67^4/Dawn, Carreon, Tetep BC_3F_1 及 TN G 67^3/Dular BC_2F_1 之回交系統葉稻熱病抵抗性檢定結果（70年 2 期）。

Table 6. Segregations of the BC_3F_1's of TNG 67^4/Dawn, Carreon Tetep and the BC_2F_1's of TNG 67^3/Dular of the resistance to LBL with artificial inoculation of mixed fungus source (1981, 2nd crop).

Combination	LBL ratction			Total	No. of BC_3F_1 or BC_2F_1 families selected
	R>S	R=S	R<S		
TNG 67^4/Dawn	0	2	3	5	3
TNG 67^4/Carreon	1			1	1
TNG 67^4/Tetep		16	7	23	15
TNG 67^3/Dular		8		8	7
Total	1	26	10	37	26

a. Based on 1 : 1 χ^2 test.

於 BC_3F_1 時經人工接種篩選者，其後代即 BC_3F_2 在病圃檢定表現感病之系統數較未經人工接種篩選者少的很多（表 7），有約95%以上之當選個體產生分離抗病性之後代，未經人工接種篩選約者有 50%，經當選之植株收穫後成立 BC_3F_3 系統，繼續培育，優良後代即可成立品系參加產量比較試驗。

表7. 臺農67號與 Dawn, Carreon, Tetep 及 Dular 回交後代 BC_3F_2 或 BC_2F_2 之葉稻熱病檢定結果（71年 1 期，國姓病圃）。

Table 7. Reation of the BC_3F_2's and BC_2F_2's of four crosses of rice for the resistance to LBL disease (1982, 1st crop, Kuohsin nursery).

At F_1	Combination	LBL reaction			Total
		R>S	R=S[a]	R<S	
BL untested	F_2 (TNG 67^4/Dawn)		6	5(4)[b]	11
	F_2 (TNG 67^4/Tetep)	5	15	21(19)	41
	F_2 (TNG 67^3/Dular)		3	3(3)	6
BL tested	F_2 (TNG 67^4/Dawn)		9	1(1)	10
	F_2 (TNG 67^4/Carreon)		3	0(0)	3
	F_2 (TNG 67^4/Tetep)	11	31	6(2)	48
	F_2 (TNG 67^3/Dular)	1	19	1(1)	21

a. Based on 3 : 1 χ^2 test.

b. Number in parentheses indicate the No. of lines which all plants within lines were susceptible.

抗病材料 Shensho 及 Dular 與臺農 67 號之雜交比其他材料晚一期作進行。70年 1 期作，此兩組合之 BC_1F_1 亦種於病圃，其中以 Dular 之抗病性表現較佳，將抗病性强且株型優良之植株挖回，進行第 2 次及第 3 次回交(表1)，所得回交後代再以自然病圃篩選或以人工接種檢定。其中與Shensho雜交之組合，因表現不抗，故予淘汰不採用。與 Dular 雜交之組合則繼續回交至 BC_3F_1，後成立抗病系統及與前述 BC_4F_1 個體間複交之用，或繼續選育之用。

討　　論

以回交育種法引進抗病抗蟲基因於現行栽培品種中，爲中、長程防治病蟲害猖獗之方法。目前本省各地普遍栽培臺農67號，且其面積仍繼續增加；臺農67號在全省統一病圃的抗病檢定結果，除了嘉義及關山兩處外對稻熱病雖有中等之抵抗性 [2]。然據中研院植物所測定之結果，本品種對稻熱病菌生理小種 IG-2 不抗 [2]。本省稻熱病菌小種的分佈，頻度最高的是 IG-2 及 II-1，次高的是 IF-4 及 IH-1 等 [1]。雖然稻熱病有很大之變異性，但十年來不論年度、地區、期作有所不同，IG 羣的 IG-2 仍然是主要小種，且某品種之栽培面積越大，能攻擊此品種的小種數或頻度也越增加或升高 [1]。因此，大面積栽培不抗病品種極爲危險，若遇到流行之年（如55年及62年），國家經濟損失可達十數億之鉅 [1]。本試驗曾於回交後代 BC_1F_1 中以磨傷法點接能侵襲臺農 67 號之 4 個小種 ID-14, IE-2, 、IF-3 及 IG-2，然後選出有抵抗性之植株再進行回交，即希望育成抗本省主要小種 IG-2 及具更廣幅抵抗性之新品種。

各雜交組合後代對上述 4 種生理小種抵抗性之參與基因對數，發現 Tetep 有關之 BC_1 與 Dawn 及 Carreon 兩者有關之 BC_1 稍爲不同；即對小種 ID-14 及 IG-2 各有 2 對，對 IE-2 及 IF-3各有 4 對因子參與（表 3）。此顯示 Tetep 之抵抗性似乎較 Dawn 及 Carreon 要强，因其抗病基因

較多，故 BC_2 在病圃之抵抗性反應，亦以具 Tetep 親緣之後代有大多數（72.9%，表5）之 HR 個體。因此，今後稻熱病育種目標似應以選擇含有多對抗病基因之材料爲親本，始能佔有利之地位。據國際稻米研究所之報告，Tetep 及 Carreon 是稻熱病抵抗性最强又穩定之品種[7]。此等品種在多數國際病圃顯示有最理想之抵抗性[5,7]。Tetep 之稻熱病抵抗性曾經有人認爲只受一對基因控制[10]，後來又改變此一看法，認爲係由於多對抗病基因所控制。在本試驗中，Tetep 有關組合之 BC_1 若以4個小種總合之抵抗性而言，也大約分離1：1（24：16）（表2），但若以不同小種單獨而言，則受多數基因所控制。無論如何，具有多數抗病基因之種原，在抗病育種的立場而言是比較有利的。

前述以生理小種或其他人工接種測驗稻熱病抵抗性，是不得已之措施，因第2期作通常無稻熱病發生，無法辨別何 BC_1F_1 個體具有抗病性，以侵襲臺農67號之小種接種，選出抗病植株爲回交母本，似是合理。然由於磨傷法點接小種於葉片之檢定方法，受限於菌種活性，接種時間及田間操作不便種種因素，無法做大量之接種，故所調查之株數不多，以所得結果爲證尙不够充份。另一方面，雜種不稔性也可能干與，故以上之基因分析仍屬初步之推論，猶待今後進一步的硏討。鑑於稻熱病的鉅大變異性[3,5]，最好還是以自然病圃的發病爲選拔標準較佳。按稻熱病之發生與露水時間（6～8小時），夜溫（21～22°C）及植株營養狀態有密切之關係，在第2期作也不例外。

植物病害的發生是病原，寄主與環境之相互作用[6,8]，人類難於避免或改變氣象條件，從遺傳的觀點而言，却有能力干擾病原與寄主間的平衡，干擾得宜可持久地防治植物病害[9]。因此，尋求水稻的抗病基因，並將之引入現行栽培品種可收防治之效。本試驗將抗病品種 Tetep、Carreon、Dawn 及 Dular 等之抗病基因以回交法導入臺農67號，目前已完成第3、4次回交，並已獲得抗病性强且株型優良之多數系統，繼續從事回交後代選育及 BC_3F_1、BC_4F_1 植株間之複交及花藥培養，不久將可育成稻熱病抵抗性强且高產之新品種。

參考文獻

1. 吳信淦、陳昌隆、王玉斌，1979。稻熱病菌小種與稻品種的抵抗性，科學發展月刊7（5）：497～516。
2. 黃眞生，1979。水稻品種臺農67號之育成，中華農業研究28（2）：57～66。
3. 簡錦忠，1971。稻熱病病菌之變異，中國農村復興委員會—稻作病害，pp. 11-30.。
4. 臺灣省農林廳，1983。民國71年水稻品種別種植面積統計表（油印本）。
5. 歐世璜，1981。稻熱病流行學的研究，民國70年2月24日在農試所演講內容。
6. Groth, J. V. and C. O. Person. 1977. Genetic interdependence of host and parasite in epidemics. Ann. New York Acad. Sci., 287, 97.
7. IRRI Annual Report. 1976-1979, IRRI, Los Banôs, Philippines.
8. Robinson, R. A. 1977. Plant Pathosystems. Ann. New York Acad. Sci., 287, 238.
9. Van der Plank, J. E. 1968. Disease Resistance in Plants. Academic Press, New York & London.
10. Ou S. H. and P. R. Jennings. 1967. Progress in the development of disease resistant rice. Ann. Rev. Phytopathol. 7: 383-410.

Studies on the Improvement of Blast Disease Resistance of Japonica Rice, Tainung 67[1]

by

R. H. Buu and C. S. Huang[2]

Summary

Rice variety Tainung 67 which occupied 454,620 hectares of rice area in 1982 in Taiwan is known to have a lower degree of resistance to blast disease (*Pyricularia oryzae* Cav.). In order to correct this defect, Tainung 67 was crossed to varieties, Tetep, Carreon, Dawn, M1-48, TKM-6, Shensho and Dular as the resistance source. The F_1's were then backcrossed to Tainung 67 three or four times.

The BC_1F_1's of three crosses, TNG 67^2/Dawn, TNG 67^2/Carreon and TNG 67^2/Tetep were inoculated with 4 races of the blast fungus that attacked Tainung 67, namely, ID-14, IE-2, IF-3 and IG-2 in the 2nd crop season, 1980. Based on the segregation patterns of bast disease resistance in the BC_1F_1's, it is concluded that the resistance of Dawn to races ID-14 and IG-2 seems to be controlled by a single dominant gene, to race IE-2 by 3 pairs and to race IF-3 by 2 pairs of gene, while the resistance of Carreon to races ID-14 and IG-2 seems to be controlled by a single dominant gene and to IE-2 and IF-3 by 3 pairs of gene. However, Tetep's resistance to races ID-14 and IG-2 seems to be controlled by 2 pairs of gene and to races IE-2 and IF-3 by 4 pairs of gene.

The main purpose of this experiment was to introduce resisatnce genes of Tetep, Carreon, etc. into Tainung 67. To understand the mode inheritance of resistance in the early segregating generations of these crosses will facilitate our further efforts. The resistant BC_1F_1 plants selected from the above-mentioned test were again backcrossed to Tainung 67 three or four times and the BC_2F_1's and BC_4F_1's were grown in a blast disease nursery for continuous selection.

---

1. Contribution No. 1101 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant breeder and Senior plant breeder, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：209～218 (1983)

二期作水稻光合成物質的生產、分配及與產量間的關係[1]

楊讌華[2]　梁文賓[2]　魏夢麗[3]　劉大江[3]

摘要：於70年二期作在羅東、臺中與屏東共栽培４個水稻品種，自抽穗期至成熟期間，每十天取樣一次，分析植株不同器官內乾物質、全氮及非構造性碳水化合物（TNC）含量變化。以瞭解二期作水稻穀粒充實期間光合成物質的生產能力及分配，對其增產之可能性加以評估，並於不同地區間進行比較。

水稻穀粒充實期間，葉片內的氮濃度明顯下降，莖稈的降低幅度較小，穗部則無顯著變化。葉片 TNC 濃度的變異頗不規則，莖稈部位極顯著的下降，表示有多量碳水化合物向穗部轉移。三個地區的稉稻全株乾物質生產量均在 6-8g 之間，臺中秈10號則高達 12g，但與產量的關係並非完全一致，可能與乾物質的分配効率有關。非構造性碳水化合物的淨生產則與產量有密切之關係，臺中地區的兩個秈稻品種，每株可增加 14-18g 的 TNC，產量為 29-33g，其他兩個稉稻品種則分別為 6-11g 之 TNC 與 16-20g 的穀產量。

羅東地區臺南５號產量最低的原因為一穗穎花數太少，臺中地區秈稻高產則歸因於穗數或一穗穎花數較多。收穫指數介於 0.52-0.67 之間，且產量越高，收穫指數亦高；氮收穫指數（harvest N index）也有相同的表現，即產量高時，穗部含氮量佔全株含氮量的比值增高，但二者間之因果關係則未能明瞭。非構造性碳水化合物收穫指數（harvest TNC index）高達 0.91-0.97，以羅東臺南５號最低，表示部分葉片所生產的 TNC 儲存於莖稈，未能充份轉運至穗部；而較高產水稻品種殘留營養器官內之 TNC 僅為３-４%，可能無法充份供應穗部需要，亦即光合成能力成為產量限制因子。

就乾物質之生產、分佈及 TNC 的累積量與趨向而言，如何提高穀粒充實期間的光合成能力以因應穗部發育的需求，可能對提高二期作水稻產量極為重要，分配効率亦值得注意，將繼續進行研究。

本所以往的研究報告[11]發現臺中地區一期作水稻單一分蘖之營養器官在成熟期仍貯存有相當穗部總量20%的 TNC，而二期作穗部 TNC 含量則高達全分蘖之96%以上，因此提出假說，認為欲提高二期作水稻產量，應著重於增加抽穗期後的光合成物質生產能力效率。但以上研究係針對單一分蘖，全株水稻的表現如何？在臺灣不同地區之間是否有差異存在？仍待進一步之研究。

Moss[7] 報告小麥抽穗期後的光合成速率和產量間有極大的正相關關係，此種關係亦存在於水稻[12]。Matsushima[6] 綜合多人的研究結果，指出抽穗期以後追施氮肥可增加碳固定速率，有利於穗部發育及乾物質累積，因而提高產量。

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1102號。本計畫承行政院農業發展委員會補助部份經費，謹致謝意。

2.本所農藝系約僱技術員，現址分別為國立中興大學農藝系與中央研究院植物研究所。

3.本所農藝系助理與研究員兼系主任。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

謝[2]在南港區試驗，發現淨合成速率（net assimilation rate）爲影響乾物質生產的主要原因，且以二期作爲低。Wei *et al*[11]在臺中區試驗，發現二期作水稻分蘗在穀粒充實期的乾物質生產量低於一期作，兩項報告均建議提高光合成速率可能增加二期作水稻產量。

本試驗在本省北、中與南部代表三種不同環境的地區進行試驗，共採用4個不同水稻品種，目的爲研究不同環境下二期稻作的乾物質生產潛能，探討水稻成熟期植株不同器官內乾物質、氮素及非構造性碳水化合物含量與分配效率之變化，對謀求提高二期作稻產量之可能性及其方向提供理論上的解釋。

材料與方法

1980年二期作分在三個地區進行試驗。北部試區位於桃園區農業改良場蘭陽分場（羅東），以手植方式栽培臺南5號，行株距 25×20cm，肥料用量 N：P_2O_5：K_2O 分別爲 100：60 ：50kg/ha。中部在霧峰鄉農業試驗所農場，採用臺南5號、臺中秈12號與臺中秈10號三個水稻品種，以機插方式栽培，行株距爲 30×15cm，N：P_2O_5：K_2O ，用量爲 100：60：50kg/ha 。南部於屏東市屏東農專農場進行試驗，以臺農67號爲材料，採機插栽培，行株距 27×18cm ，施肥量爲 N：P_2O_5：K_2O ＝110：60：50kg/ha。本試驗採完全逢機區集設計，三重複。

水稻自抽穗期起至成熟期間，每十天採樣一次，每次於各小區採取10株水稻，將地上部分區分爲葉片、莖稈與穗部，成熟期穗部再區分爲充實穀粒、未充實穀粒及枝梗三部分。樣品置於 100°C 通風乾燥箱2小時後，以70°C繼續乾燥24小時，烘乾之水稻樣品經測定乾物重後，使用40目篩以Wiley mill 磨粉，供化學分析用。TNC 測定依照 Smith[9] 法進行，樣品磨粉後於 40°C 下以 taka diastase（Clarase 40,000，美國Miles Laboratories. Inc. 出品）水解44小時，然後再依Shaeffer-Somogyi 的 Copperiodometric 法測定還原醣。氮素依 Semi-micro Kjeldahl 法測定。

結　　果

屏東、羅東與臺中地區栽培之各水稻品種，抽穗與成熟期的乾物重與氮素及非構造性碳水化合物（TNC）之表現分別列於表1至表5，產量構成要素與一些相關性狀之綜合資料列於表6； 上述試驗結果分項敍述如下。

一、屏東地區水稻臺農67號之表現

表1的資料顯示，第二期作於屏東栽培的臺農67號水稻於抽穗期的全株乾物重爲 27.7g ，收穫時爲 34.9g ，淨增加 7.2g ；抽穗時之乾物重主要由莖稈（15.3 g）與葉片（8.0 g）構成，分別佔全株之55.2%與28.9%，成熟期則以穗部（22.2 g）爲主，葉片與稈之乾重則明顯降低。就成熟期之穗乾物重組成而言，以充實粒重爲主，佔90.1%，不充實穀粒與枝梗之乾重僅爲2.2g。

抽穗時葉片內的氮濃度較高，爲2.73%，成熟時降至1.54%，稈部亦由0.99%減至0.69%。穗部氮濃度在抽穗期爲1.27%，成熟期之充實穀粒爲1.32%，不充實穀粒爲1.23%，差異不大，唯均顯著高於枝梗之0.74%，而稈部氮濃度則與枝梗者相近（表1）。每株水稻的含氮量方面，抽穗時之總量爲 425 mg，其中營養器官佔 369 mg（86.8%），穗部僅有 56 mg，成熟期之總量爲 390 mg，較抽穗期減少 35 mg ；兩時期間的比較顯示，穀粒充實過程中營養器官損失多量的氮素，而穗部則有極顯著的增加（230 mg），成熟時全株氮素的73%集中於穗部。

葉片 TNC 濃度由抽穗期至成熟期間的變化甚微，均在3%左右，稈部則自抽穗時的16.4%降至成熟時之4.7%，穗部的 TNC 濃度急劇增加，收穫之充實穀粒內爲66.4%，不充實穀粒爲28.9%，枝梗最低，僅及 2.2%。水稻抽穗時全株的 TNC 含量爲 3.2 g，主要集中於稈部（2.5 g），成熟時增加至 14.3 g，以充實穀粒內的 13.3 g 爲最多，而稈部的 TNC 含量則減少 2.0 g，佔抽穗期含量的80%（表1）。

Table 1. Concentration and amount of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice plant fractions at heading and maturity stages (Tainung No. 67, Pingtung experiment, 2nd crop of 1981)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
Dry weight (g/hill)	Heading	8.0±1.1	15.3±2.5				4.4±1.2	27.7
	Maturity	2.0±0.6	10.7±1.6	20.0 ±5.2	1.2±0.4	1.0±0.1	22.2	34.9
Nitrogen (%)	Heading	2.73±0.13	0.99±0.09				1.27±0.08	
	Maturity	1.54±0.10	0.69±0.12	1.32±0.11	1.23±0.05	0.74±0.04		
TNC (%)	Heading	3.2±0.5	16.4±1.9				8.1±2.8	
	Maturity	3.3±0.5	4.7±3.3	66.4 ±2.1	28.9 ±2.7	2.2 ±0.1		
Nitrogen (mg/hill)	Heading	218	151				56	425
	Maturity	31	73	264	15	7	286	390
	Difference	− 187	− 78				+230	−35
TNC (g/hill)	Heading	0.3	2.5				0.4	3.2
	Maturity	0.1	0.5	13.3	0.4	nil	13.7	14.3
	Difference	− 0.2	− 2.0				+ 13.3	+11.1

二、羅東地區水稻臺南 5 號之表現

穀粒充實階段全株乾物重自 24.9g 增至 32.2g ，增加量爲 7.3g ，與屏東地區臺農67號水稻相同，但成熟時之穗重較輕，僅爲 18.3g ，其中充實粒重佔 16.8g （表２）。此一期間營養器官的乾物重亦有明顯的下降趨勢。

抽穗時葉片的氮濃度較低，爲1.84%，成熟時略降低爲1.47%，稈部的表現相反，自0.44%微升至0.52%；穗部氮濃度在抽穗時爲0.84%，成熟期充實穀粒爲1.08%，有明顯的上升，不充實粒氮濃度爲0.89%，枝梗爲0.58%，各項濃度與其他地區栽培之水稻比較，均有偏低的趨向。抽穗時每株水稻含氮 207 mg，其中葉片部分含有半量（105 mg），稈部佔 68 mg，穗部僅有 34 mg；在試驗過程中，營養器官的含氮量減少 68 mg，穗部增加 159 mg，成熟時之總量爲 298 mg ，較抽穗期增多 91 mg；多數的氮量亦累積於充實的穀粒中（182 mg）。

葉片在抽穗時含有較高的 TNC 濃度（6.6%）， 收穫時則降至1.7%；稈部的變化更爲明顯，抽穗時高達 26.2%，最後濃度爲7.5%。穗部 TNC 濃度最初爲 10.2%，成熟的充實穀粒內則高達 63.0%。在含量方面，每株水稻在抽穗期含有 4.8 g 的 TNC，其中 83%存在於稈部，隨著穀粒的充實，稈部含量降低 3.2 g，穗部含量激增 10.4 g， 唯與其他地區之試驗結果比較，增加量仍爲最少。

三、臺中地區臺南 5 號、臺中秈 12 號與臺中秈 10 號之表現

三個水稻品種的試驗結果分別列於表３至表５，各項結果綜合敍述而下。抽穗時的全株乾物重以秈稻的表現較佳，臺中秈12號爲 36.7 g，臺中秈10號 38.9 g，稉稻臺南５號最低，累積的乾物質只

Table 2. Concentration and amount of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice plant fractions at heading and maturity stages (Tainan No. 5, Lotung experiment, 2nd crop of 1981)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
Dry weight (g/hill)	Heading	5.7 ±0.9	15.2 ±2.3				4.0±0.8	24.9
	Maturity	3.6 ±0.6	10.3 ±1.6	16.8 ±3.0	0.8 ±0.2	0.7±0.04	18.3	32.2
Nitrogen (%)	Heading	1.84±0.16	0.44±0.09				0.84±0.05	
	Maturity	1.47±0.27	0.52±0.04	1.08±0.15	0.89±0.07	0.58±0.04		
TNC (%)	Heading	6.6 ±0.8	26.2 ±5.3				10.2±2.4	
	Maturity	1.7 ±0.2	7.5 ±4.5	63.0 ±2.3	21.7 ±2.2	1.9±0.3		
Nitrogen (mg/hill)	Heading	105	68				34	207
	Maturity	52	53	182	7	4	193	298
	Difference	−53	−15				+159	+91
TNC (g/hill)	Heading	0.4	4.0				0.4	4.8
	Maturity	0.1	0.8	10.6	0.2	nil	10.8	11.7
	Difference	−0.4	−3.2				+ 10.4	+6.8

Table 3. Concentration and amount of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice plant fractions at heading and maturity stages (Tainan No. 5, Taichung experiment, 2nd crop of 1981)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
Dry weight (g/hill)	Heading	6.0 ±1.2	17.2 ±3.3				6.0±1.4	29.2
	Maturity	2.3 ±0.4	10.4 ±1.6	19.7 ±3.8	1.7±0.2	1.1 ±0.1	22.5	35.2
Nitrogen (%)	Heading	2.27±0.19	0.67±0.11				1.18±0.07	
	Maturity	1.39±0.12	0.51±0.03	1.04±0.07		0.63±0.06		
TNC (%)	Heading	3.1 ±0.6	22.4 ±2.1				9.9±2.4	
	Maturity	7.0 ±0.5	3.5 ±1.5	69.7 ±2.2	25.0 ±1.3	3.1 ±0.2		
Nitrogen (mg/hill)	Heading	136	115				70	321
	Maturity	32	53	205	18	7	230	315
	Difference	−104	−62				+160	−6

Table 3. (Continued)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
TNC (g/hill)	Heading	0.2	3.9				0.6	4.7
	Maturity	0.2	0.4	13.7	0.4	nil	14.1	14.7
	Difference	0.0	− 3.5				+ 13.5	+ 10.0

Table 4. Concentration and amount of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice plant fractions at heading and maturity stages (Taichung sen No. 12, Taichung experiment, 2nd crop of 1981)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
Dry weight (g/hill)	Heading	8.6 ±1.6	19.7 ±3.2				8.4±1.6	36.7
	Maturity	2.6 ±0.5	8.7 ±1.0	28.8 ±4.2	1.5 ±0.3	1.5 ±0.1	31.8	43.1
Nitrogen (%)	Heading	2.11±0.09	0.58±0.05				1.21±0.06	
	Maturity	1.34±0.06	0.47±0.03	1.14±0.03	0.97±0.05	0.52±0.02		
TNC (%)	Heading	3.8 ±0.3	25.1 ±1.8				9.6±2.8	
	Maturity	5.6 ±0.6	3.4 ±1.9	68.3 ±1.8	30.5 ±1.9	2.5 ±0.1		
Nitrogen (mg/hill)	Heading	182	114				102	398
	Maturity	34	41	329	14	8	351	426
	Difference	−148	−73				+249	+28
TNC (g/hill)	Heading	0.3	4.9				0.8	6.0
	Maturity	0.1	0.3	19.7	0.5	nil	20.2	20.6
	Difference	− 0.2	−4.6				+19.4	+14.6

Table 5. Concentration and amount of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice plant fractions at heading and maturity stages (Taichung sen No. 10, Taichung experiment, 2nd crop of 1981)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
Dry weight (g/hill)	Heading	8.4 ±1.1	20.3 ±2.2				10.2 ±1.4	38.9
	Maturity	4.0 ±0.7	11.1 ±1.6	33.5 ±5.2	1.6 ±0.2	1.4 ±0.3	36.5	51.6
Nitrogen (%)	Heading	2.09±0.1	0.56±0.03				1.15±0.03	
	Maturity	1.31±0.11	0.44±0.08	1.15±0.06	0.78±0.03	0.51±0.03		

Table 5. (Continued)

Character	Growth stage	Leaf blade	Culm	Panicle				Total
				Filled grain	Unfilled grain	Panicle branch	Total	
TNC (%)	Heading	3.0±0.3	26.4±2.0				10.9±2.1	
	Maturity	3.7±0.6	3.0±0.6	70.0±2.5	22.0±3.4	2.5±0.1		
Nitrogen (mg/hill)	Heading	176	114				118	408
	Maturity	52	49	384	12	7	403	504
	Difference	−124	−65				+285	+96
TNC (g/hill)	Heading	0.3	5.4				1.1	6.8
	Maturity	0.2	0.3	23.4	0.3	nil	23.7	24.2
	Difference	−0.1	−5.1				+22.6	+17.6

有29.2 g。至成熟時的淨增加量，則臺南5號與臺中秈12號相似，分別為每株6.09與6.04 g，臺中秈10號的增加最為顯著，高達12.7 g而使全株重量增至51.6 g。如就不同器官的變化加以比較，得知臺南5號葉片與稈部乾重減少 10.5 g，穗重增 加16.5 g，前者約佔後者之64%；臺農秈12號的稈重減少最多，達11.0 g，葉片乾重亦降低6.0 g，二者合計佔穗重增加量 (23.4 g) 的72%；臺中秈10號在同一期間穗重增加最多 (26.3 g) ，但營養器官的相對減少量 (13.6 g) 最低，僅佔前者的50%。

各品種的氮素濃度表現相似，抽穗時的葉片介於 2.09%與 2.27%之間，稈部則為 0.56—0.67%，成熟時分別降低至 1.31—1.39%與 0.44—0.51%，且濃度的高低似與乾物重有負相關關係存在。穗部的變化幅度較小，品種間表現亦相近似，抽穗時為1.15—1.21%，充實之穀粒內為1.04—1.15%；但未充實穀粒的氮濃度則有品種間的差異，以臺南5號的1.07%最高，臺中秈12號 (0.97%) 次之，臺中秈10號最低，僅為0.78%。

雖然三個品種的氮濃度相近，但由於乾物重差異頗大，每株水稻內的含氮量因之而有不同，抽穗期與成熟期均以乾物重最輕的臺南5號含量最低 (分別為 321 mg 與 315 mg) ，臺中秈 12 號居次 (398 mg 與 426mg) ，臺中秈10號的含氮量最高 (408 mg 與 504 mg) 。值得注意的是如就兩個生育期之間進行比較，臺南5號的含氮量並無顯著變化 (減少 6 mg) ，秈稻品種則增加 28—96 mg，與乾物重的變化量有相同之趨勢存在；穗部的含氮量也有相同的表現。

葉片 TNC 濃度在抽穗時較低，約為3－4%，成熟時則升高至 3.7—7.0%之間，稈部自22.4-26.4%降至3.0-3.5%，降低的幅度很大，較屏東與羅東地區之水稻更為顯著。成熟時充實穀粒含TNC 的百分比為68.3-70.0%，三品種極為接近，但未充實穀粒的濃度差異較大，以臺中秈12號最高 (30.5%) ，臺中秈10號最低 (22.0%) 。

計算每株水稻 TNC 含量變化的結果顯示，全株的增加量依品種而異，臺南5號只有 10.0 g，臺中秈12號為 14.6 g，臺中秈10號為 17.6 g，唯上列數值均低於同一時期穗部 TNC 的增加量，亦即 TNC 自營養器官至穗部的轉移，以源自莖稈的轉移為主，三品種稈部 TNC 的減少量介於3.5 g 至 5.1 g之間，佔抽穗時的90-95%。

四、產量構成要素與其他相關性狀

由表6可知在本試驗中，不同地區所栽培之不同水稻品種的每株穗數似無明顯之差異。臺中地區的臺中秈12號最高 (14.3) ，其他各品種維持在10.2—11.5之間。每穗穎花數則以臺中秈10號的133.

Table 6. Yield components and harvest fractions of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates (TNC) of rice cultivars grown in different locations (2nd crop of 1981)

Variety and location	Panicle number per hill	Spikelet number per panicle	Seed-setting (%)	1,000-grain weight (g)	Grain yield per hill (g)	Harvest index	HNI[a]	HTNCI[b]	Preheading storage contribution[c] (%)
Tainung 67 (Pingtung)	10.2±2.1	107.2±15.1	78.5±8.1	23.2±1.3	20.0±5.2	0.57	0.68	0.96	11.6
Tainan 5 (Lotung)	11.5±2.0	82.3±13.0	77.4±5.7	23.2±0.7	16.8±3.0	0.52	0.61	0.91	23.1
Tainan 5 (Taichung)	11.5±2.0	100.6±18.7	72.6±4.9	23.9±1.2	19.7±3.8	0.56	0.65	0.93	17.9
Taichung sen 12 (Taichung)	14.3±2.2	96.2±13.4	80.7±4.8	26.3±1.1	28.8±4.2	0.67	0.77	0.96	17.1
Taichung sen 10 (Taichung)	11.4±1.5	133.9±17.7	81.8±4.1	26.8±0.6	33.4±5.2	0.65	0.76	0.97	15.6

a Harvest nitrogen index=amount of N in filled grain/amount of N in whole plant

b Harvest TNC index=amount of TNC in filled grain/amount of TNC in whole plant

c Percent of harvest TNC contributed by TNC stored in vegetative organs before heading, translocation efficiency of 70% was presumed.

9最高，羅東區臺南 5 號的82.3最低，其他品種介於96.2—107.2之間。結實率與千粒重均以臺中地區的秈稻表現最好，分別爲80.7—81.8%與 26.3—26.8 g ，其他品種稍低，結實率在72.6—78.5%，千粒重在 23.2−23.9 g 之間。每株水稻的稻穀產量亦以秈稻最高（28.8—33.4 g），羅東區臺南 5 號最低（16.8 g），屏東之臺農67號與臺中之臺南 5 號介於其間。

收穫指數（HI）與產量的變化趨勢相同，秈稻全株乾重的65—67%集中於充實穀粒， 羅東區臺南 5 號較低，但充實粒重仍佔全株乾重的一半以上（52%）。氮收穫指數（HNI）的變異較大，介於0.61—0.77之間 ，仍以羅東區臺南 5 號最低，臺中區之秈稻最高。收穫時充實穀粒內 TNC 含量與全株含量的比值，即 TNC 收穫指數（HTNCI），均在0.9以上，顯示 TNC 向穗部的轉移或聚積高於氮素，品種間比較以屏東區臺農67號及臺中區秈稻最高（0.96—0.97），羅東與臺中區的臺南 5 號略低（0.91—0.93）。

穀粒充實過程中，葉片與莖稈所含之 TNC 可貢獻部分產量，如不考慮呼吸作用的消耗， 營養器官內減少之 TNC 量佔充實穀粒含量的16.5—33.0%，假設轉移效率（translocation efficiency）爲70%，則抽穗時預貯物質對產量的重要性降低，屏東臺農67號水稻爲11.6%，羅東臺南 5 號爲23.1%，臺中地區的三個水稻品種表現相似，介於15.6%與17.9%之間。

討 論

水稻不同器官氮素濃度的變化情形以葉片的表現最爲明顯，屏東臺農67號抽穗時之葉片氮濃度爲2.73%，羅東臺南 5 號最低，僅及1.84%，臺中地區的三個品種爲2.09—2.27%，上項數值與其他報告[3,11]比較，均有偏低的趨向。 Chen *et al.*[3]並曾指出，二期作稻抽穗期之葉片氮濃度不低於一

期作，認為氮素的組成較濃度更重要性。本試驗在三個不同地區的試驗結果均顯示極低的氮濃度，是否受不同年份或其他環境因子的影響，值得再予檢討。

隨著穀粒的發育，葉片氮濃度有逐漸下降的趨向，成熟時介於1.3—1.5%之間，地區間的差異並不明顯。 Thom *et al* [10] 報告氮素自葉片向穗部轉移會影響水稻植株的生理活性，Matsushima [6] 也有相同的結論；綜合本試驗的結果（表1—5）發現，成熟時每株水稻葉片的含氮量較抽穗時減少53—187 mg，佔抽穗期含量的 50—80%，大量的氮素損失極可能影響葉片正常的生理功能，唯本試驗未曾就抽穗後不同時間的氮素轉移進行追踪，此外根活性的作用亦極重要 [1] ，因此難以獲致正確而詳細的結論。

作物乾物質的生產是整個生育期間光合成產物累積與消耗的綜合表現，抽穗期每株水稻的平均乾物重以臺中地區的兩個秈稻品種最高（36.7—38.9g）（表4—5），羅東臺南5號的 24.9g 最低（表2），顯示不同品種在不同地區栽植有不同的表現。在30天的穀粒充實期間，乾物質的增加量也不相同，以臺中地區之臺中秈10號最高（12.7g），其他品種的結果則差異不大， 均介於 6.0—7.3g之間。謝 [2] 認為水稻抽穗時之乾物重與產量間有正相關。 Wei *et al* [11] 也曾建議抽穗以後如能維持較高的光合成能力，可能有助於提高產量。但本試驗中的乾物質增加量似未能與產量（表6）有一致的表現，例如羅東臺南5號的乾物重增加 7.3g ， 產量為 16.8g ，臺中地區臺中秈12號的乾物質生產僅為 6.4g ，而產量卻高達每株 28.8g，顯示除了淨乾物質生產之外，其組成（composition）與分配也是決定產量的重要因子，本項結論可由非構造性碳水化合物（TNC）的生產得到證明， 將在稍後加以討論。

葉片內 TNC 濃度的表現頗不一致，但均有隨稻株老化而下降的趨勢； 葉片內游離糖濃度對光合成能力具有影響 [8] 但詳細的作用情形則尙未明瞭。 抽穗以前水稻莖稈內可貯存多量的有效性碳水化合物，供應稻粒發育的部分需要 [4] 表1—5顯示，除屏東臺農67號抽穗時莖稈內之 TNC 濃度為16.4%外，其他均超出20%（22.4—26.4%），成熟時的濃度顯著降低，多在4%以下，表示有多量的貯存性（pre-heading storage）碳水化合物為呼吸作用消耗或轉移至穗部。但羅東臺南5號水稻成熟莖稈內 TNC 濃度較高（7.5%），可能轉運之效率較低。

水稻穀粒充實期間的乾物質生成量與產量間的關係並非完全一致，已如前述； 在 TNC 的生成量方面，則顯示較明確的關係，產量最高者為臺中地區的兩個秈稻，每株為 28.8—33.5g ， 而穀粒充實期的淨 TNC 生產量為 14.6—17.6 g，反之，產量最低（16.8 g）的羅東臺南5號之 TNC 淨生產為 6.8 g，屏東與臺中地區之稉稻表現介於二者之間， 亦即全株 TNC 合成量高者，產量亦高，表示 TNC 的生產對水稻經濟收穫量（economic yield）的重要性更為直接，超過全乾物量 （total dry matter yield）的影響。

假定預貯性碳水化合物轉流至穗部的效率為70% [4] ，由表6可知其對產量的貢獻介於11.6%至23.1%之間，以屏東試驗最低，而羅東試驗為最高。本試驗發現羅東地區之 TNC 淨生產量較低，產量亦不如其他地區，但預貯性 TNC 貢獻產量之百分率則較高， 可能是特殊環境因子影響的結果。Yoshida [12] 亦曾指出，在低日射量與缺肥的不利生長條件下，預貯性碳水化合物對產量的重要性較高。

表6顯示各地區栽培水稻之收穫指數（harvest index）不同，最低為 0.52，最高可達0.67，而且與產量之表現有密切之關係存在，換言之，乾物質的生產量固然重要，其分配效率亦不容忽視，與Donald and Hamblin [5] 的結論相似。在氮收穫指數（harvest N index, HNI） 方面，如果穀粒產量高，則所含氮量佔全株之比例亦高，如臺中之兩個秈稻品種為0.76及0.77，其他三個稉稻品種在0.70以下，又以羅東之0.61最低，唯 HNI 與產量之間的因果關係值得注意，可能由於產量高而導致穀粒內含氮量增加，亦即 HNI 是反應產量的一種表現而非其原因。

屏東地區與臺中地區秈稻的非構造性碳水化合物收穫指數（HTNCI）均高達0.9以上（（表6）

，亦即收穫時全株水稻的 TNC 幾乎已完全集中於充實的穀粒內，與 Wei *et al* [11] 研究單一水稻分蘗所獲之結論相同，表示從 TNC 的分配觀點而言，增產應屬不易，如能由增加 TNC 之生成量著手，較爲可行。羅東地區臺南 5 號的 HTNCI 最低，只有0.91，換言之，仍有 9 %的 TNC 留存於莖稈內，另一方面又得知預貯性碳水化合物對產量的貢獻最大（23.1%），均足以再次證明產量低落的原因是抽穗後，光合成物質生產不足與轉運效率偏低所致。

本項研究的結果說明不同地區栽培二期作水稻的產量表現有異，低產的最主要原因爲抽穗後非構造性碳水化合物的生產量不足以供應穗部發育的需要。羅東地區水稻生育後期的日射量較少，陰雨日數多，溫度亦低，對光合成物質的轉運也有不利的影響。就二期作環境下水稻的表現而言，謀求增產極爲困難，然如能經由改良品種與栽培方法以維持水稻在抽穗後仍有較旺盛的光合成能力，則二期稻作之增產似非不可能，而有關此方面問題之探討，應爲今後的研究方向。

引 用 文 獻

1. 賴光隆・1979・水稻根羣形成的特性與活力之診斷 。 刊載於「臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集」（謝順景、劉大江主編），行政院國家科學委員會出版。
2. 謝昱晧・1979・一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子 ，刊載於「臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集」（謝順景、劉大江主編），行政院國家科學委員會出版。
3. Chen, C. S,. D. D. Huang, M. C. Shen and D. J. Liu. 1980. Carbohydrate, N, P and K status of developing rice (*Oryza sativa* L.) plants grown in the first and second crop seasons in Taiwan. J. Agri. Res. China 29 : 81-92.
4. Cock, J. H. and S. Yoshida. 1972. Accumulation of C-labelled carbohydrate before flowering and its subsequent redistribution and respiration in the rice plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 41 : 226-234.
5. Donald, C. M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. in Agron. 23 : 361-405.
6. Matsushima, S. 1976. High-yielding rice cultivation. pp. 323-324 University of Tokyo Press, Tokyo.
7. Moss, D. N. 1976. Studies on increasing photosynthesis in crop plants. In CO_2 metabolism and plant productivity (R. H. Burris and C. C. Black eds.). University Park Press.
8. Silvius, J. E., D. F. Kramer and D. R. Lee. 1978. Carbon assimilation and translocation in soyben leaves at different stages of development. Plant Physiol. 62 : 54-58.
9. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wis. Agr. Exp. Sta. Rep. 41, 11pp.
10. Thom, W. O., T. C. Miller and D. H. Bowman. 1981. Foliar fertilization of rice after midseason. Agron. J. 73 : 411-414.
11. Wei, M. L., M. C. Shen, C. S. Chen and D. J. Liu. 1982. Physiological study of rice tillers. I. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC (A) : 6 : 190-196. ·
12. Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23 : 437-464.

The Relationship between Photosynthetic Production during Grain-filling and Grain Yield of the Second Crop Rice [1]

A. H. Yang, W. S. Liang, M. L. Wei and D. J. Liu[2]

Summary

Experiments were held in the 2nd crop, 1981 at three locations (Lotung, Taichung and Pintung) to investigate the potential of dry matter and total nonstructural carbohy drate (TNC) production and their relationship with grain yield in rice.

Nitrogen concentration in the leaf blades was low at heading and decreased continu ously during grain-filling whereas changes in TNC concentration if the leaf blades were erratic during the same period. Culm TNC was over 20% at heading but decreased to 3-4% at maturity, indicating marked retranslocation to the developing panicles. Net dry matter accumulation was about 6-8 g per hill with the only exception of Taichung sen No. 5 grown in Taichung area (12 g). However, no definite relationship was found between grain yield and the amount of dry weight increase during grain filling. In contrary. TNC production was correlated with grain yield and could be used as an index of the efficiency of dry matter distribution.

Low yield of Tainan No. 5 at Lotung area was due to fewer number of spikelets per panicle. The attribution of high grain yield of indica rice at Taichung was more panicle number or spikelet number per panicle. Harvest index (HI) ranged between 0.52 to 0.67 and was positively correlated with yield. Similar result was found on harvest nitrogen index (HNI). However, high HNI was considered as the result of high grain yield rather than the cause of it. Harvest TNC index (HTNCI) was as high as 0.91-0.97. Lowest value of HTNCI was observed on Tainan No. 5 rice at Lotung area, suggesting inefficient translocation of available carbohydrates from vegetative organs to panicles. In general, less than 4% of TNC remained in culms at maturity which indicated that photosynthate production during grain-filling might not be able to meet the demand of panicles.

---

1. Contribution No. 1102 from Taiwan Agrictural Research Institute.

2. Respectively, Assistant, Assistant, Research Assistant and Senior Agronomist and Head, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：219～227（1983）

雙交種暗玉米產量穩定性之研究[1]

呂宗佳　盧煌勝　萬　雄[2]

摘要：雙交種暗玉米５種以普通玉米臺南11號為對照，自民國67年秋作至70年春作三年間，每年二期作，在臺中、雲林、嘉義三地區進行區域試驗，探討產量及其他主要農藝性狀在不同地區及年份的穩定性。結果摘要如下：

一、根據綜合變方分析結果，子實產量、株高、穗高、開花期、吐絲期及收穫時果穗含水率等六性狀，在品種及品種與環境之交感作用均極顯著。

二、穩定性與產量無顯著相關存在。子實產量穩定性高的品系計有暗玉米 No. 2 及 No. 82兩種。No. 82 產量低於平均產量甚遠，利用價值不高。對照種臺南11號產量最高，但不穩定。暗玉米 No. 2 雖較臺南11號減低 5.3%，但若同時考慮各農藝性狀之穩定性與產量，却為六個供試品種中之最理想者。

三、暗玉米 No. 10 及 No. 82 開花期及吐絲期的穩定性均高。株高及收穫時果穗含水率則以 No. 2 及 No. 82 穩定性較佳。六個農藝性狀穩定性均差的為 No. 83, No. 105 及對照種臺南11號。

四、修飾基因對暗玉米農藝性狀的穩定性具有影響。產量穩定性較差的暗玉米可能係由於修飾基因的作用，使其對不同環境有較明顯之反應，一如對照種臺南11號，因而影響其穩定性。

五、臺南11號與環境之交感效應大，在較佳環境下具有高產潛力，宜在栽培上注重肥效促其增產。暗玉米 No. 2 穩定性較佳，對環境之交感效應小，宜利用密植栽培方法提高單位面積產量，以彌補其缺陷。

玉米為世界重要糧食及飼料作物。本省近年來由於畜產業發展迅速，飼料玉米需要量與日俱增，已成為本省最主要飼料作物。惟本省因受耕地限制增產不易，自給率偏低，臺灣省農業試驗所有鑑於此，以玉米蛋白質品質之改良為增產之另一有效途徑而進行高離胺酸暗（opaque-2）玉米育種工作，目前已育成多種抗露菌病雙交種暗玉米。這些暗玉米，比普通玉米蛋白質含有較高的離胺酸（4.29：3.21）[1]，產量則與普通玉米相當。茲為了解暗玉米所具推廣栽培之價值，本試驗乃利用本所育成之雙交種暗玉米５種與目前推廣品種臺南11號普通玉米，自民國67年秋作至70年春作三年間，每年二期作，在臺中、雲林、嘉義三地區進行之區域試驗成績，就產量及其他主要農藝性狀在各種不同環境下的穩定性，作一詳細檢討，以供今後暗玉米栽培管理及育種工作的參考。

Sprague & Federer[10] 利用玉米區域試驗資料，比較變方成分中，年度×品種，地域×品種與機差變方成份的關係，以探討產量試驗的最適重複次數、地點及年度的選擇，研究結果同時強調遺傳雜異性（genetic diversity）對玉米性狀表現之穩定性具有相當重要的影響，即頂交種或雙交種，對環境之交感比單交種為小，穩定性較佳。Shank & Adams[9] 以變異係數作為外表型穩定性的評估

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1103號。本研究資料承蒙劉清研究員協助統計分析，謹此誌謝。

2.本所農藝系副研究員、助理研究員所長、。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

依據，發現玉米自交系對不同環境的緩衝能力遠不及 F_1 什種，尤其穗高、株高、穗重、穗長及成熟期等性狀之穩定性深受特定基因型異結合性程度（heterozygosity）的影響。Rowe & Andrew[7] 以迴歸分析方法硏究玉米的穩定性，發現 F_2、F_3 分離族羣的產量、株高、穗高均較原 5 個自交系或其可能之10個 F_1 什種爲穩定，認爲異交作物在正常的異結合狀況下，有利於穩定性的維持，其自交系因處於不正常狀態，對環境較爲敏感，故呈現不穩定。Eberhart, Russell & Penny[3] 在其試驗中發現單交種玉米比三系雜交種具有更大的品種 × 年度交感效應。關於玉米穩定性的估算方法，Eberhart & Russell[4] 認爲以迴歸係數 b 值雖然可以簡略地表示品種之適應性，但具有相同 b 值的品種，對環境反應情形可能相異，故除了以 b 值代表適應性外，應再求 b 值之變異性，因此倡議將迴歸係數（b）值與離迴歸變方估值 S_d^2 定義爲外表型穩定介量的估值，一個穩定品種其迴歸係數 b=1離迴歸均方 $S_d^2=0$ 當一個品種不具備此二條件時，即 $b \fallingdotseq 1$ 及 $S_d^2=0$ 或 $b=1$ 及 $S_d^2 \fallingdotseq 0$ 或 $b \fallingdotseq 1$，及$S_d^2 \fallingdotseq 0$ 均爲不穩定。鄔[2] 在對植物適應性作綜合介紹時，曾分項說明以變方成分、因子型（品種）反應、環境反應等各種不同評價方法，並就其對穩定性測定的得失加以檢討。Scott (1967)[8] 報告玉米產量穩定性屬於遺傳控制，故可經由選拔方法獲得改進。Navarro Ruiz[6] 利用 HMO-High Lysine, HMO-Low Lysine, Temperate HA 及 Temperate HB 四個合成品種爲材料，硏究具有修飾基因暗玉米的遺傳與環境穩定性，當進行雙向選拔時，發現 HMO型材料之離胺酸含量選拔效果顯著而持續，不過因此會降低蛋白質含量，減少修飾型子粒（modified grain），修飾指數（modification index）及比重（specific gravity），同時增加子粒重量及體積（volume）。若針對高修飾型進行選拔，則可增加修飾子粒百分比、修飾指數、比重、蛋白質含量等，但減少子粒體積。Gama & Hallauer[5] 報告稱經選拔的自交系產生的雜交種，較未經選拔的自交系產生的雜交種，具有更高的子粒產量潛力，但此二種不同來源之雜交種，均具有顯著的雜交種×環境之交感作用而二羣什種對什種×環境之總變方貢獻亦同，故氏等建議在育種選拔時，除了對雜交種之產量表現進行篩選外，更要對此類高產雜交種相對穩定性在不同環境下作嚴格的試驗。

材料與方法

一、試驗材料：

本試驗所使用的材料計有二類如下：

1. 雙交種普通玉米臺南11號（TN11）：〔(2027－3－5×Ly22－4)(Ph9DMR×Ame Ⅲ)〕
2. 雙交種暗玉米 5 種：
   - NO. 2：〔(6×4) (2×1)〕
   - NO. 10：〔(2×1)(6×14)〕
   - NO. 82：〔(2×6)(11×4)〕
   - NO. 83：〔(2×6)(12×4)〕
   - NO. 105：〔(6×4)(2×14)〕

上列各自交系代號 1=Ph9o_2, 2=Ph9DMRo_2, 3=A117o_2, 4=TW79o_2, 5=Ph7o_2, 6=A206o_2, 7=EG203o_2, 8=EG200o_2, 9=PF141o_2, 10=PF139o_2, 11=2015－7o_2, 12=2027－3－5o_2, 13=2027－4－2o_2, 14=2039－2－2－7o_2, 15=Bap Lon 10－2o_2.

二、試驗方法：

本所育成雙交種暗玉米 5 種及對照雙交種普通玉米臺南11號，自民國67年秋作至70年春作，每年分春秋兩期作，分別在臺中、雲林、嘉義三個地區進行三年區域試驗。田間採用逢機完全區集設計，試區行長 9 m，三行區，行距 60 cm，株距 30 cm，重複 4 次、肥料用量與田間栽培管理同一般玉米栽培法。收穫前調查開花期、吐絲期、株高、穗位高。成熟收穫後計算果穗含水率及子粒產量。

試驗資料先經綜合變方分析再進行各性狀之穩定性測驗。本試驗綜合變方分析變值之數學模式爲

：

$$y_{ijklm}=\mu+L_i+C_j+(LC)_{ij}+Y_k+(LY)_{ik}+(CY)_{jk}+(LCY)_{ijk}+B_l+V_m+(LV)_{im}+(CV)_{jm}+(LCV)_{ijm}+(YV)_{km}+(LYV)_{ikm}+(CYV)_{jkm}+(LCYV)_{ijkm}+e_{ijklm}$$

y_{ijklm} 表示品種 m 在第 i 地區第 j 期作第 k 年度第 l 區集之表現；μ 表示全試驗變值族羣的眞平均值；L_i 表示第 i 地區之效應，i=1, 2, 3；C_j 表示第 j 期作之效應，j=1, 2；$(LC)_{ij}$ 表示第 i 地區與 j 期作所發生之交感效應；Y_k 表示第 k 年度之效應，k=1, 2, 3；$(LY)_{ik}$ 表示第 i 地區與 k 年度所發生之交感效應；$(LCY)_{ijk}$ 表示 i 地區與第 j 期作與第 k 年度所發生之交感效應；B_l 爲試驗中第 l 區集所產生之區集效應，其包括 $B_l+(LB)_{il}+(CB)_{jl}+(LCB)_{ijl}+(YB)_{kl}+(LYB)_{ikl}+(CYB)_{jkl}+(LCYB)_{ijkl}$ 等 8 個成分，l=1, 2, 3, 4；V_m 表示品種 m 之因子型效應，m=1, 2, 3, 4, 5, 6；$(LV)_{im}$ 表示品種 m 與地區 發生之交感效應；$(CV)_{jm}$ 表示品種 m 與期作 j 發生之交感效應；$(LCV)_{ijm}$ 表示品種 m 與地區 i 期作 j 所發生之交感效應；$(YV)_{km}$ 表示品種 m 與年度 k 發生之交感效應；$(LYV)_{ikm}$ 表示品種 m 與地區 i 年度 k 發生之交感效應；$(LYV)_{ikm}$ 表示品種 m 與地區 i 年度 k 發生之交感效應；$(LCYV)_{ijkm}$ 爲品種 m 與地區 i 期作 j 年度 k 所發生之交感效應；e_{ijklm} 表示試驗機差。

穩定性的測驗，係依照 Eberhart & Russell(1966) [4] 方法進行。其假設的直線迴歸數學模式爲：

$$Y_{ij}=\mu_i+\beta_i I_j+\delta_{ij}$$

Y_{ij} 是第 i 品種在第 j 環境下之品種平均值 (i=1, 2, …, v；j=1, 2, …, n)；μ_i 是第 i 品種在所有環境下之平均；β_i 是第 i 品種對變動環境反應所得之迴歸係數；δ_{ij}是第 i 品種在第 j 環境所得之剩餘機差；I_j 爲環境指數 (environment index), $I_j=(\sum_i Y_{ij}/V)-(\sum_i\sum_j/vn)$, $\sum I_j=0$

$\hat{Y}_{ij}=\bar{X}_i+b_iI_j$。第一個穩定性介量爲迴歸係數 b_i, $b_i=\sum_j Y_{ij}I_j/\sum_j I^2_j$ ，另一個穩定性介量爲離迴歸變方估值 S^2_{di}, $S^2_{di}=[\sum_j\delta^2_{ij}/(n-2)]-S_e^2/r$，其中 $\hat{\delta}_{ij}=(Y_{ij}-\hat{Y}_{ij})$, S_e^2 爲試驗機差均方，r 爲區集數。S^2_{di} 之顯著性測驗係以 $F\approx(\sum_j\hat{\delta}^2_{ij}/n-2)/\text{Pooled error}$ 爲之。本試驗即利用 b_i 及 S^2_{di} 同時作爲穩定性之判定標準。

結　果

本試驗所獲資料經綜合變方分析，結果列如表 1。子粒產量、株高、穗高、開花期、吐絲期及果穗含水率六個性狀之地區、期作、地區×期作、年度、地區×年度、期作×年度、地區×期作×年度、品種、地區×品種、期作×品種、地區×期作×品種，年度×品種、地區×年度×品種、期作×年度×品種、地區×期作×年度×品種等各種效應均顯著或極顯著。表示此六性狀在不同環境下有不同的表現。

六個品種各性狀三地三年六期之平均值列於表 2。子粒公頃產量之總平均爲 5,375.7 kg, L. S. D=276.2 其中以臺南 11 號 5,695.9 kg 居首，其次在平均值以上的有 No. 105, No. 2 兩個，分別爲 5,514.5 kg 及 5,406.7 kg, No. 10、No. 83 及 No. 82 則分別爲 5,338.5 kg, 5,305.0 kg 及 4,993.6 kg。株高的總平均爲 213.4 cm, L. S. D=3.1, No. 2 株高 217.6 cm 爲最高，其次No. 10 爲 216.9 cm；No. 105, No. 82, TN 11 及 No. 83 甚爲接近，分別爲 213.4 cm, 211.6 cm, 210.8 cm 及 210.1 cm。穗位高總平均值爲 100.5 cm, L. S. D=2.6 其中 No. 105, No. 10 及 No. 2 非常接近，分別爲 103.5 cm, 103.4 cm 及 103.0 cm；TN 11, No. 82 爲 99.0 cm 及 98.9 cm；No. 83 穗位較低爲 95.1 cm。雄穗開花期平均 53.9 日，L. S. D=0.7，其中開花最早的 No. 83 爲 53.0 日；其次 No. 82, TN11, No. 2, No. 105, No. 10 分別爲 57.1 日，57.13 日，57.6 日，57.6 日及 57.5 日。果穗含水率平均 33.07%，L. S. D=1.04 含水率較高的爲 No. 2 及 No. 82 之 33.78% 及 33.74%；其次爲 No. 105 之 33.02%；No. 10, TN 11 及 No. 83

Table 1. Combined ANOVA for grain yield and agronomic characters of 6 double hybrids of o_2 maize at 3 locations in 1978—1981 (six crops)

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Square					
		Grain Yield	Plant Height	Ear Height	Days to Tasseling	Days to Silking	Moisture Content
Location	2	43735362.5317**	274.6609**	203.3284**	16.4307**	49.7657**	102.1730**
Crop	1	1445689.4112**	25045.1261**	4371.8646**	858.8028**	1155.3238**	68.3541**
Location × Crop	2	2541808.9021**	8311.8031**	1045.1782**	67.7870**	72.3359**	232.2597**
Year	2	11424548.9145**	19769.2961**	9348.5431**	335.4671**	543.7471**	10.8385**
Location × Year	4	5523893.8205**	3018.9253**	1389.6392**	11.3019**	34.6453**	32.4363**
Crop × Year	2	10122282.6123**	16903.3245**	15079.9808**	251.3372*	138.4007**	2377.2893**
Location × Crop × Year	4	25116171.7415**	1446.9964**	587.1346**	51.6591**	79.0884**	191.8982**
Block	54	248247.9099	10.9176	8.6862	0.4952	0.5134	1.6438
Variety	5	3961900.0777**	731.7712**	835.6866**	16.8336**	17.2243**	22.8583**
Location × Variety	10	497912.2395**	40.8894**	12.9105**	1.7252**	1.2063**	3.2684**
Crop × Variety	5	782560.6353**	51.8019**	47.2710**	2.2852**	0.8143**	18.4079**
Location × Crop × Variety	10	187390.0741**	25.4545**	26.7529**	0.9860**	1.2457**	2.3241**
Year × Variety	10	284176.1391**	85.9954**	95.4349**	1.6037**	1.8246**	12.7547**
Location × Year × Variety	20	316550.9694**	42.3602**	48.9120**	0.9554**	0.8031**	3.7531**
Crop × Year × Variety	10	380559.3667**	155.1219**	97.4588**	1.1327**	1.2653**	4.4021**
Location × Crop × Year × Variety	20	437447.5382**	47.3405**	28.0296**	0.6111**	1.1112**	3.7311**
Error	270	58983.1597	7.3353	5.3922	0.4054	0.3697	0.8349
Total	431						

*Significant at the 5% level. **Significant at the 1% level.

則分別爲 32.77%，32.67% 及 32.46%。

Table 2. Mean yield performance and agronomic characters of double hybrids of o_2 maize at 3 locations in 1978—1981 (six crops)

Variety	Grain Yield (kg/ha.)	Plant Height (cm)	Ear Height (cm)	Days to Tasseling	Days to Silking	Moisture Content At Harvest (%)
No. 2	5406.74	217.57	103.01	54.23	57.60	33.78
No. 10	5338.49	216.91	103.43	54.31	57.51	32.77
No. 82	4993.60	211.57	98.91	53.70	57.09	33.74
No. 83	5305.01	210.08	95.11	53.02	56.33	32.46
No. 105	5514.50	213.41	103.53	54.17	57.60	33.02
Average	5311.67	213.91	100.80	53.89	57.23	33.15
TN 11 (Check)	5695.89	210.81	98.97	53.81	57.13	32.67
L. S. D. (0.05)	276.23	3.08	2.64	0.72	0.69	1.04

六個品種六個性狀的穩定性介量 b 及 S_d^2 值如表 3。子粒產量之 b 值變域爲0.81—1.17，其中 No. 105 之 S_d^2 顯著。株高之 b 值變域爲 0.95—1.05，其中 No. 10 及 TN 11 之 S_d^2 顯著。穗位高之 b 值變域爲 0.92—1.10，S_d^2 差異顯著的有 No. 2, No. 10 及 TN 11 三個品種。雄穗開花期及雌穗吐絲期之 b 值變域分別爲 0.95—1.06 及 0.96—1.03，S_d^2均不顯著。果穗含水率之 b值變域爲 0.91—1.08，其中 No. 2 之 S_d^2 達顯著水準。

以 b 值作爲縱座標，各性狀的平均表現值作爲橫座標，標定六個品種於座標中的落點，再將 b 及平均表現值分別加減其$S_{\bar{x}}$，劃出六個性狀不同之穩定區域如圖 1 所示。參考表 2，表 3 及圖 1，可得到六個品種各性狀之穩定性如下：

Table 3. Stability parameters for 6 double hybrids of o_2 maize tested in 1978—1981

Variety	Grain Yield		Plant Height		Ear Height		Days to Tasseling		Days to Silking		Moisture Content	
	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d	b	S^2_d
No. 2	1.00	9552.81	1.02	6.00	1.05	11.14**	0.97	0.05	1.03	0.15	1.02	1.25*
No. 10	0.81	81674.27	1.04	13.78*	1.00	10.46**	1.01	0.04	1.01	0.04	0.91	0.62
No. 82	1.03	67012.32	0.95	2.04	0.92	1.66	0.99	0.31	0.99	0.19	1.01	0.52
No. 83	1.04	24064.03	0.97	10.29	0.94	5.81	1.06	0.11	1.01	0.08	1.08	0.94
No. 105	0.85	111494.51*	1.05	6.27	1.10	7.02	1.01	0.06	1.01	0.14	1.01	0.89
TN 11	1.17	51232.64	0.97	27.42**	0.98	16.09**	0.95	0.32	0.96	0.06	0.19	1.11
Average	1.00	57505.10	1.00	10.97	1.00	8.69	1.00	0.15	1.00	0.11	1.00	0.89
L. S.D.	0.17		0.05		0.08		0.04		0.03		0.06	

*Significant an 5% level. **Significant at 1% level.

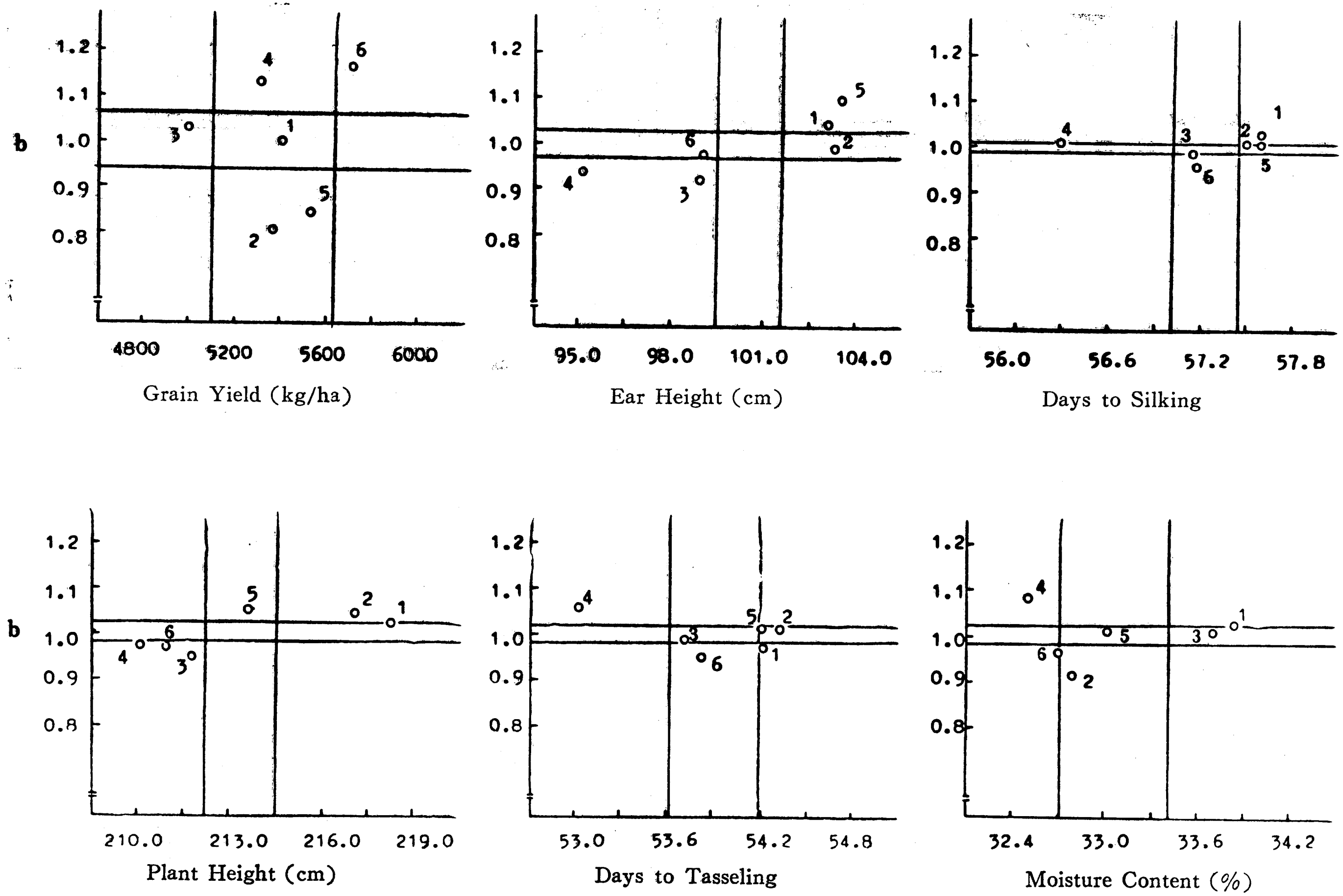


Figure 1. The relation of yield performance & stability of 6 double hybrids of o_2 maize grown at 3 locations in 1978—1981 (six crops).

1 : No. 2, 2 : No. 10, 3 : No. 82, 4 : No. 83, 5 : No. 105, 6 : TN11 (CK)

(一) 子粒產量：根據圖示，子粒產量較穩定的品種爲 No. 2 (b=1.0, S^2_d=9,552.81) 及 No. 82 (b=1.03, S^2_d=67,012.32)，惟 No. 82 之產量偏低。No. 10 及 No. 105 在不利環境下仍有平均値範圍之產量，但根據 No. 105 之 b=0.85 及 S^2_d=111,494.51 可以判斷爲非常不穩定的品種，且安定性頗易變動。No. 83 (b=1.14 S^2_d=24,064.04) 在較好的環境下，將有較佳表現。TN 11 在六個參試品種當中，最爲高產，在優良環境下有較好的表現，惟其穩定性並不甚佳 (b=1.17, S^2_d=51,232.64)。

(二) 株高：六個品種中，以 No. 2 的株高最高也最穩定 (b= 1.02, S^2_d=6.00), No. 105 (b=1.05, S^2_d=6.27)，在有利環境中，可有較優表現。No. 10 (b=1.04, S^2_d=13.78) 及TN11 (b=0.97, S_d^2=27.42) 均爲甚不穩定的品種。No. 82 (b=0.95, S_d^2=2.04) 及 No. 83 (b=0.97, S^2_d=10.29) b 值均接近 1，且 S^2_d 均未達顯著水準，尙稱穩定。

(三) 穗位高：六個品種之穗位高均不甚穩定，就 b 值而言，TN11 (b=0.98) 及 No. 10 (b=1.00) 均落在穩定範圍內，惟觀其 S^2_d 值 (TN11=16.09, No. 10=10.46)，則可以判斷因 b 值變動頗大，其穩定性不可靠。另外；No. 2 也是最不穩定的 (b=1.05, S^2_d=11.14) No. 82 (b=0.92, S^2_d=1.66) 及 No. 83 (b=0.94, S^2_d=5.81) 之穗位均較低，雖在不利環境下亦無明顯之變化。No. 105 (b=1.10, S^2_d=7.02) 在較佳環境下，穗位較高。

(四) 雄穗開花期：此性狀最爲穩定的品種有三，即 No. 10 (b=1.01, S^2_d= 0.04), TN 11 (b=0.95, S^2_d=0.32) 及 No. 82 (b=0.99, S^2_d=0.31). No. 83 (b=1.06, S^2_d=0.11) 最爲早熟，環境優良則可促使其延遲開花。No. 2 (b=0.97, S^2_d=0.05) 及 No. 105 (b=1.01, S^2_d=0.06) 雖在不利環境下，亦無明顯之變化。

(五) 雌穗吐絲期：除 No. 2 及 No. 105 外，其餘四個品種之雌穗吐絲期均甚穩定。No. 83 (b=1.01, S^2_d=0.08) 吐絲早，其次爲 No. 82 (b=0.99, S^2_d=0.19). No. 10 (b=1.01, S^2_d=0.04) 及 No. 105 (b=1.01, S^2_d=0.08) 相當接近。No. 2 (b=1.03, S^2_d=0.15) 在較有利環境下，尙可延遲吐絲日期，TN 11 (b=0.96, S^2_d=0.06) 則在不利環境下，亦無明顯之變化。

(六) 果穗含水率：No. 82 (b=1.01, S^2_d=0.52) 及No. 105 (b=1.01, S^2_d=0.89) 爲較穩定的兩個品種。就 b値而言，No. 2 (b=1.02) 雖落在穩定範圍內，但其 S^2_d=1.25 顯示 b 值容易變動，應視爲不穩定。No. 83 (b=1.08, S^2_d=0.94) 之含水率最低，有利環境下，將促其果穗含水率提高，即成熟期延遲。TN 11 (b=0.91, S^2_d=1.11) 恰與 No. 83 相反，在不利環境下，其果穗含水率則提高。

討　　論

綜合以上試驗結果顯示，參試六個品種中，暗玉米 No. 82 在子粒產量、開花期、吐絲期及果穗含水率等四個性狀均甚穩定。六個性狀穩定性均不佳的爲 No. 83, No. 105 及普通玉米臺南 11 號。No. 2 之子實產量、株高、吐絲期穩定性尙佳，穗高、開花期、果穗含水率則表現不穩定。No. 10 僅開花期、吐絲期較爲穩定。

單就子實產量一項來看，No. 2, No. 82 均爲穩定，而 TN 11 產量最高，若同時考慮高產與穩定性，則 No. 2 是比較理想的品種。No. 82 雖然穩定，可惜產量偏低，約比 TN 11 減少14.06%。TN 11 產量雖好，但穩定性則差。所以穩定性的大小與生產力的高低並無直接關聯[(2)]，有高產力的品種不一定具備高度穩定性，低生產力的品種亦然。

一般相信，同背景系 (isogenic line) 暗玉米由於早期 Zein 之合成受抑制，子實產量約比普通玉米減少 15~20%左右[(11)]。今 TN 11 比 No. 2 僅增產 5.34%，若將 No. 2，恢復成同背景系之普通玉米，相信產量很容易即可超越 TN 11。就此而言，本省普通玉米產量仍大有改進餘地。至於暗

玉米品種，本所於育種初期，自美國伊利諾大學引進 opaque-2 原種，將之分別回交至 Ph 9 等 15 個抗露菌病普通玉米自交系，而育成的暗玉米自交系。選拔過程中，一方面利用化學儀器分析，以篩選蛋白質及離胺酸含量高之系統，一方面亦以半透明毛玻璃進行肉眼檢視種子工作，選拔暗玉米子粒特具之不透光性狀。化學分析結果發現，由同一輪迴親所選之暗玉米自交系，離胺酸含量差異仍大，最低者與普通玉米之含量無異，此一現象可能係由於 o_2 基因受修飾基因影響的緣故。另一方面毛玻璃檢視結果亦發現各系統中出現修飾型子粒，由於當初引進之 opaque-2 原種爲一全暗型暗玉米，因此推測上述15種普通玉米自交系當中，已具有某些修飾基因。修飾基因可影響玉米子粒性狀的表現程度[6] 尤其對蛋白質、 離胺酸含量及子粒重量等穩定性的影響更鉅。 比較參試六個品系，其間至少有 1～3 個自交系（TA-2, TA-6 及 TA-4 等）爲共同親本。或許某些自交系帶有修飾基因，某些則無，經由修飾基因間之相互作用（interaction），遂產生某些雙交種穩定，某些雙交種不穩定，也未可知，因此修飾基因影響蛋白質、離胺酸含量及子粒重量等相互間的關係，有待進一步加以試驗證實！

本試驗使用的材料均爲雙交種玉米，一般而言，雙交種屬於雜駁集團，受環境影響較小，對穩定性的維持較爲有利[3,7,9,10]，不過就 TN 11, No. 2 比較，No. 2 穩定而較低產，TN 11 高產但不穩定，在管理較粗放等不利環境下， No. 2 表現其穩定性，或優於 TN 11；但在有利環境下，對於環境較鈍感的 No. 2 就可能不及 TN 11 表現的傑出。例如 TN 11 受環境影響大，利用肥培方法促其增產，效果當可大於 No. 2，加以暗玉米對氮素貯積（sink）的限制，肥培增產效果當較有限[11]，因此利用密植方法，提高單位面積栽培株數，以促使暗玉米增產，當更爲有效。（關於此點，本所已另有研究證實）。

關於穩定性方面，Scott[8] 曾强調玉米產量穩定性屬於遺傳控制，經由選拔方法可以獲得改進。Gama & Hallauer[5] 亦建議在育種選拔過程中，除了對產量表現進行篩選外，對高產雜交種間相對穩定性的比較，也要配合嚴格執行。今後本省玉米育種工作，除了應廣泛收集玉米種源，如 Wellhausen[12,13] 所提熱帶及亞熱帶地區優異小種複合羣（elite racial complexes），參照馬齒種及硬粒種間特有雜種優勢模式進行利用外，亦應重視穩定性的選拔，依照不同育種目標，當可迅速育成高產穩定品種。

參 考 文 獻

1. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、鄭心嫻．1981．花粉來源與雜交組合對暗玉米蛋白質、離胺酸及油分含量的影響。中華農業研究 30：341—349。
2. 鄔宏潘．1972．植物的適應性及其評價方法。科學農業20：108—136。
3. Eberhart, S. A., W. A. Russell and L. H. Penny. 1964. Double cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. Crop Sci. 4 : 363-366.
4. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6 : 36-40.
5. Gama, Elto E. G. e and A. R. Hallaver. 1980. Stability of hybrids produced from selected and unselected lines of maize. Crop Sci. 20 : 623-626.
6. Navarro Ruiz De Las Cuevas, A. A. D. 1977. Genetic and environmental stability of modified opaque-2 populations. (Abstract). Dissertation Abstracts International, B (1977) 37 (8) 3707B (En, Order No. 77—1750) Purdue Univ., West Lafayette, U. S. A. (Maize Quality Protein Abstracts 6 : 3, 1980).
7. Rowe, P. R. and R. H. Andrew. 1964. Phenotypic stability for a systematic series of corn genotypes. Crop Sci. 4 : 563-567.
8. Scott, G. E. 1967. Selecting for stability of yield in maize. Crop Sci. 7 : 549-551.
9. Shank, D. B. and M. W. Adams. 1960. Environmental variability within inbred lines and single crosses of maize. J. Gen. 57 : 119-126.

10. Sprague, G. F. and W. T. Federer. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials II. Error, year×variety, location×variety, and variety components. Agron. J. 43 : 535-541.
11. Sreeramulu, C. and L. F. Bauman. 1970. Yield components and protein quality of o_2 and normal diallels of maize. Crop Sci. 10 : 262-265.
12. Wellhausen, E. J. 1965. Exotic germ plasm for improvement of corn belt maize. Proc. Annu. Hybrid Corn Ind. Res. Conf. 20 : 31-50.
13. Wellhausen, E. J. 1978. Recent developments in maize breeding in the tropics. In Maize Genetics and Breeding, D. B. Walden (Ed.) John Wiley & Sons, pp. 59-84.

Studies on the Yield Stability of Double Hybrids of Opaque-2 Maize[1]

Tzong-chia Lee, Hung-shung Lu and Hsiung Wan[2]

Summary

Five newly developed opaque-2 double hybrid maize and the check variety Tainan No. 11 of normal maize were grown in replicated regional yield trials at three locations, with two crops per year for a period of 3 years. The stability grain yield and other agronomic characters were studied.

(1) The combined analysis of variance for grain yield, plant height, ear height, days to tasseling, days to silking, and ear moisture content at harvest indicated that the mean squares for entry (or variety), environment, and entry×environment interaction were all highly significant.

(2) There was no well-defined relationship between the average yield performances and the stability statistics of the 6 entries. The opaque-2 hybrids No. 2 and No. 82 had the best grain yield stability over all environments. However, No. 82's grain yield was much below average. The normal hybrid Tainan No. 11 although had the highest grain yield but was lower in stability. Therefore, No. 2 would be the most acceptable variety, if both grain yield and yield stability were considered.

(3) The opaque-2 hybrids No. 82 & No. 10 had high average stability in days to tasseling and days to silking. However, No. 2 and No. 82 were high in plant height and ear moisture content, respectively. No. 83, No. 105 & Tainan No. 11 were lower in average stability over all 6 characters.

---

1. Contribution No. 1103 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Assistant Agronomist, and Director, respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：228～232（1983）

病毒對甘藷農藝性狀的影響[1]

廖嘉信[2]　鐘美麗[2]　蔡新聲[3]

摘要：甘藷臺農63號及臺農57號田間自然複合感染病毒株（Vc 病株），其塊根產量分別比健株極顯著減產 30.8% 及 33%，莖葉產量亦分別減產 24.3% 及 6.7%，但 SPV-A 及 SPV-N 病毒單獨感染或二者複合感染株，其塊根及莖葉產量等農藝性狀與健株比較則無顯著的差異，同時 Vc 病株及 SPV-A 與 SPV-N 單獨或複合感染之病株，對莖葉及塊根主成分含量亦無顯著的影響，顯示本省甘藷自然感染病毒之病株中，尚有嚴重影響產量的重要因子存在，有待進一步的研究。

甘藷（*Ipomoea batatas* Lam.）是本省重要的輔助糧食作物，栽培面積曾高達 24 萬公頃，雖然歷年來各試驗場所均有豐產的優良品種育成，推廣栽培，但單位面積鮮藷產量並未顯著提高。據69年度臺灣省農業年報統計，收穫面積已降爲 6 萬餘公頃，平均每公頃之鮮藷產量僅達 16.6 公噸 (1)，且多數優良品種有劣變之跡象，此現象可能爲病毒所引起。廖等 (11) 曾從甘藷田間複合感染病毒株中分離出兩種長型病毒，其中甘藷病毒 A（SPV-A）能經蚜蟲以非永續性方式傳播，其寄主範圍限於旋花科及藜科植物；而甘藷病毒 N（SPV-N）則能感染旋花科、藜科及少數茄科植物，但媒介昆蟲未詳。鐘等 (4) 報告由複合感染病毒之臺農63號病株亦分離得甘藷捲葉病，雖未證明爲病毒所引起，但亦爲甘藷的系統性病害。廖和鐘 (12) 及廖等 (13) 報告，複合感染甘藷病毒株經熱處理配合莖頂組織培養，可培育出相當高比率的無病毒苗。鐘等 (3) 又報告數種甘藷品種之病毒複合感染株的塊根產量比無病毒苗極顯著減產 24.5～55.9%。本文爲探討 SPV-A 與 SPV-N 病毒對甘藷臺農 57 號及臺農63號之產量、品質等農藝性狀的影響，以提供栽培管理及育種的參考。

材料與方法

本試驗分二年進行，民國69年 9 月至70年 2 月間，在臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所農場舉行，土壤爲礫質壤土，供試品種爲臺農63號，民國70年 9 月至71年 2 月間，在嘉義農業試驗分所農場舉行，土壤爲砂質壤土，供試品種爲臺農57號。二供試品種之病毒複合感染株（以下簡稱 Vc 病株），均採自田間，且經血清及指示植物測定，至少複合感染有 SPV-A 及 SPV-N 二種以上的病毒。無病毒苗爲從 Vc 病株經 38 °C熱處理，配合莖頂培養所培育的試管苗，並經血清或指示植物檢定不含SPV-A, SPV-N 病毒及甘藷捲葉病的健株。SPV-A 及 SPV-N 單獨感染及二者混合感染的罹病株，均由健株以人工接種獲得，各供試株均在隔離網室內繁殖。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告等 1104號，本研究爲第一作者碩士論文之部分，研究期間蒙行政院國科會輔助經費，稿成後蒙本所劉大江博士斧正，謹此致謝。
2.本所嘉義分所助理研究員及助理。臺灣省　嘉義市。
3.本所農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

田間規劃：採逢機完全區集設計，試區行長 8 m，行距 1m，株距 0.25 m，單行區，重複6次，生育期五個月，種植前每公頃施用 10% 必滅松粒劑（10% Primicid G.）30 kg，以防除地下害蟲。生育期中每個月各噴90% 萬靈可濕性粉劑（90% Lannate W. P.）及 50% 萬力可濕性粉劑（50% Benlate W. P.）1000 倍液1次。

採收時調查其莖葉及塊根產量、乾物率等，其各部位的主成分分析則以 Micro-Kjeldahl 法分析乾物粗蛋白質含量，Clegg 氏法粹取乾物可溶性醣及澱粉，粹取液再以 Mc Cready 氏等的分析測定法，經光電比色計測定澱粉及可溶性醣含量。

結　果

採收時莖葉及塊根產量等農藝性狀及品質分析調查結果列於表 1，雖然採收時各處理莖蔓已呈老化，老葉枯黃或脫落，但 Vc 病株的莖葉產量仍較臺農57號及 63號健株分別減產6.7%及24.3%，且臺農 57 號 Vc 病株的蔓長、節間長均顯著的短於健株。葉面積及莖葉乾物率除臺農57號之 Vc 病株莖乾物率稍高外，則無顯著差異。莖葉主成份分析結果，葉部粗蛋白質含量及莖部澱粉含量，在供試二品種中 Vc 病株的含量互異，臺農 63 號 Vc 病株葉部粗蛋白質含量高於健株，莖澱粉含量則低於健株，但臺農 57 號 Vc 病株葉部粗蛋白質含量低於健株，而莖部澱粉含量則高於健株。除此之外，莖乾物粗蛋白質含量，莖葉可溶性醣含量及葉澱粉含量等，在病株與健株間則無顯著的差異。

供試二品種臺農 57 號及臺農 63 號的 Vc 病株塊根產量分別比健株極顯著減產30.8%及33%。供試二種病毒中，除臺農 57 號之 SPV-N 病株塊根較健株顯著減產外，臺農 63 號之 SPV-N 病株及 SPV-A 單獨或與 SPV-N 混合感染，對二供試品種塊根產量則無顯著影響。

由塊根乾物成份分析結果，除臺農 63 號 Vc 病株可溶性醣含量有顯著降低外，其餘如粗蛋白質含量、澱粉含量等，在病株與健株間均無顯著的影響。

討　論

根據前人研究報告指出作物感染病毒後除植株乾物產量（total dry yield）或經濟產量（economic yield）均有降低的趨勢外 [6,8,14]，亦可因品質低劣而影響商品價值 [2,7]。產量損失情形因病毒種類 [6]、作物品種及其對病毒的抗病性 [2,9] 以及感染病毒的生育期不同而異 [8,14]。本文發現複合感染多種病毒之病株產量均極顯著低於健株的結果與許多學者報告多種病毒複合感染之甘藷，可嚴重影響塊根產量的結果極爲一致，而 SPV-A 與 SPV-N 單獨或混合感染株與健株間的差異不顯著，但仍受病毒感染的影響，產量略低於健株，此一結果顯示本省甘藷感染的病毒除 SPV-A 與SPV-N外，尙有對塊根產量影響更大的病毒或系統性病害存在。由甘藷莖葉及塊根的主要成份分析結果得知，病株與健株間各成份含量的差異多不顯著，故本省甘藷病毒對塊根品質並無重大的影響。但病毒的危害仍可能爲歷年來優良甘藷品種產量下降及劣變的主因，有關這方面的問題有待更進一步的研究。

Table 1. Effect of sweet potato viruses on the agronomic characters of varieties Tainung 63 and Tainung 57

Items of measurement	Tainung 63[1]					Tainung 57[2]				
	Vc[3]	A	N	AN	H	Vc	A	N	AN	H
Stem and leaf										
Fresh top yield (tons/ha)[4]	20.3^{b}	26.8^{a}	26.6^{a}	25.5^{a}	26.8^{a}	12.5^{b}	13.3^{b}	16.2^{a}	12.8^{b}	13.4^{b}
Vine length (cm)	—	—	—	—	—	69.57^{b}	86.28^{a}	84.75^{a}	84.98^{a}	84.78^{a}
Leaf area (cm^2/leaf)	—	—	—	—	—	27.11	29.56	27.21	28.01	26.74
Stems/plant	—	—	—	—	—	6.97	6.90	7.88	6.98	7.02
Internode length (cm)	—	—	—	—	—	1.96^{b}	2.43^{a}	2.36^{a}	2.35^{a}	2.39^{a}
Dry matter content of leaf (%)	19.57	19.94	19.79	19.94	19.34	19.79	19.28	19.00	19.37	19.25
Dry matter content of stem (%)	12.63	12.34	12.37	12.73	12.24	12.59^{a}	10.47^{b}	11.18^{b}	10.87^{b}	10.99^{b}
In dry matter										
Leaf crude protein (%)	22.66^{a}	22.07^{abc}	21.43^{c}	21.70^{bc}	22.49^{ab}	19.79^{b}	21.80^{a}	21.02^{ab}	21.76^{a}	20.82^{ab}
Stem crude protein (%)	6.77	6.46	5.99	6.09	6.51	5.92	5.79	5.96	6.25	6.09
Leaf soluble sugar (% as glucose)	5.99	6.13	5.99	6.18	6.06	11.53	12.40	12.11	14.38	14.10
Stem soluble sugar (% as glucose)	16.55	17.25	17.32	17.71	17.49	23.45	24.51	24.83	22.95	23.10
Leaf starch (% as glucose)	1.98	1.94	2.04	2.00	2.05	6.34	6.43	6.28	7.57	7.35
Stem starch (% as glucose)	2.57^{b}	2.86^{ab}	3.63^{a}	3.19^{ab}	3.44^{a}	4.27^{a}	2.88^{b}	3.20^{b}	3.10^{b}	2.94^{b}
Fleshy root										
Fresh yield (tons/ha)	29.4^{b}	39.3^{a}	39.6^{a}	41.8^{a}	42.5^{a}	21.7^{c}	31.8^{a}	28.7^{b}	31.1^{ab}	32.4a
Dry matter (%)	21.11^{a}	19.51^{b}	19.63^{b}	19.86^{b}	19.57^{b}	30.39	29.52	29.50	28.43	28.20
Dry yield (tons/ha)	6.2^{b}	7.6^{a}	7.7^{a}	8.3^{a}	8.3^{a}	6.6^{b}	9.4^{a}	8.5^{a}	8.8^{a}	9.1a
In dry matter										
Crude protein (%)	8.80	8.92	8.31	7.80	8.88	3.87	3.42	3.97	4.16	3.40
Soluble sugar (% as glucose)	12.73^{b}	13.96^{a}	14.84^{a}	14.79^{a}	14.44^{a}	12.18	12.15	11.98	12.50	11.80
Starch (% as glucose)	32.92^{b}	29.65	30.83	30.80	28.67	75.32	75.04	71.62	72.20	73.46

1. Trial at TARI, from Sept. 1980 to Feb. 1981.
2. Trial at Chiayi Agricultural Experiment Station (TARI), from Sept. 1981 to Feb. 1982.
3. Vc : Viruses complex infected plant. A : SPV-A virus infected plant N : SPV-N virus infected plant. AN : Both SPV-A and SPV-N viruses infected plant.
4. Means followed by a common letter are not significantly different at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

參考文獻

1. 臺灣農業年報（1980年版）・1981・臺灣省政府農林廳

2. Brierley, P. and P. Lorentz. 1960. Healthy tip cuttings from some mosaic-diseased asiatic chrysanthemums; some benefits and other effects of heat treatment. Phytopathology 50: 404-408.

3. Chung, M. L., C. H. Liao and L. Li. 1981. Effects of virus infection on the yield and quality of sweet potatoes. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 23: 137-141.

4. Chung, M. L., C. H. Liao, M. J. Chen and R. J. Chiu. 1982. Whitefly transmitted sweet potato leaf curl disease in Taiwan. (Unpublished).

5. Hahn, S. K. 1979. Effects of viruses (SPVD) on growth and yield of sweet potato. Exp. Agri. 15: 253-256.

6. Hampton, R. O. 1975. The nature of bean yield reduction by bean yellow and bean common mosaic viruses. Phytopathology 65: 1342-1346.

7. Hopkins, D. L. and R. E. Hampton. 1969. Effects of tobacco etch virus infection upon the dark reactions of photosynthesis in tobacco leaf tissue. Phytopathology 59: 1136-1140.

8. Hsieh, S. P. Y. and C. H. Liao. 1974. Effect of transitory yellowing virus on agronomic characters of rice plant infected at different ages. Plant Prot. Bull. (Taiwan, R. O. C.) 16: 33-41.

9. Jensen, S. G. and J. W. Van Sambeek. 1972. Differential effects of barley yellow dwarf virus on the physiology of tissues of hard red spring wheat. Phytopathology 62: 290-293.

10. Kantack, E. J. and W. J. Martin. 1958. Effect of internal cork on yield and grade of sweet potato roots. Phytopathology 48: 521-522.

11. Liao, C. H., I. C. Chien, M. L. Chung, R. J. Chiu and Y. H. Han. 1979. A study of sweet potato virus diseases in Taiwan. I. Yellow spot. Jour. Agri. Res. China (Taiwan, R. O. C.) 28: 127-138. (in Chinese with English summary).

12. Liao, C. H. and M. L. Chung. 1979. Shoot tip culture and virus indexing in sweet potato. Jour. Agri. Res. China (Taiwan, R. O. C.) 28: 139-144. (in Chinese with English summary).

13. Liao, C. H., H. S. Tsay and Y. C. Lu. 1982. Studies on eradication of SPV-A and SPV-N viruses from infected sweet potato. Jour. Agri. Res. China (Taiwan, R. O. C.) 33: 239-245. (in Chinese with English summary).

14. Liang, K. C. and M. K. Palomar. 1966. Studies of rice plant infected with tungro virus at different ages. Phil. Agriculturist 50: 165-177.

15. Lobenstein, G. and I. Harpaz. 1960. Virus diseases of sweet potatoes in Israel. Phytopathology 50: 100-104.

16. Mukiibi, J. 1977. Effect of mosaic on the yield of sweet potatoes in Uganda, *In* Proceedings of the Fourth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. (J. Cock, R. Mac Intyre and M. Graham eds.) p. 169-170. International Development Research Center, Ottawa, Canada.

Influence of Sweet Potato Viruses on the Performances of Some Agronomic Characteristics of Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)[1]

Chia-Hsin Liao[2], Mei-Lie Chung[2] and Hsin-Sheng Tsay[3]

Summary

Healthy and virus-free sweet potato seedlings of two varieties, Tainung No. 57 and Tainung No. 63, were obtained through the combination of heat treatment (38 °C) and shoot-tip culture techniques. Sweet potato virus A (SPV-A), sweet potato virus N (SPV-N) and SPV-A+SPV-N were inoculated onto healthy and virus-free seedlings to determine their possible detrimental effects on the yield and some agronomic characteristics. Plants carrying a virus complex (Vc) obtained directly from the field were also used for comparison. Results indicated that sweet potato plants subjected to various types of virus inoculations showed no difference in crude protein, soluble sugar and starch contents in the root and top stem on a dry weight basis. Tainung No. 57 and Tainung No. 63 carrying a virus complex (Vc) yielded 33% and 31%, respectively, less fleshy root than the healthy plants. The corresponding values of the yield reducation of stem plus leaf were 7% and 24% for the two varieties. However, yields of both root tuber and stem plus leaf were not affected by the infection of SPV-A, SPV-N or SPV-A+SPV-N. It suggested that some systematic disease agent (s) other than SPV-A and SPV-N which have not yet determined might exist.

---

1. Contribution No. 1104 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was a part of master thesis of the first auther, supported by the grants from both National Science Council and the Council for Agricultural Planning and Development, Excutive Yuan.

2. Asistant Agronomist and Research Asistant, respectively, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi , Taiwan 600, ROC.

4. Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(3):233～237 (1983)

亞麻植期及種子成熟度對蒴果發育與含油量之影響[1]

邱善美　韓青梅　莊周瑞[2]

摘要：本試驗之目的在探討亞麻植期對蒴果（種子）發育及種子成熟度對油分含量之影響。結果顯示，亞麻蒴果初期（開花後第10天）的發育與增大受植期之影響頗大，早植（10月20日播）較晚植者（11月17日播）初期之發育為緩慢，其增大最快的時期發生於開花後的20天，爾後增大甚少，或停止增大。晚植者初期發育較快且可持續的增大。

不論品種為何，蒴果百粒重自開花後均持續的增加，但植期間略有不同，早植對蒴果百粒重較為有利。一個蒴果之種子數於開花後第20天已大致固定，種子粒數以晚植者多於早植者，臺農選2號又較 CI 2288 及2540 為多。種子百粒重增加之趨勢，植期間表現不一，初期的增加以早植優於晚植，而後期（開花後30天）概以晚植優於早植。

種子油分含量隨品種、植期及種子成熟度而異，臺農選2號於開花後20天（10月20日播）及30天（11月17日播）油分含量達最高，各別為 40.4% 及 41.4%，嗣後即開始下降。CI 2288 及 2540在早植之環境下，油分含量有持續增加的趨勢，但晚植者於開花後30天油分含量達最高。對碘價之影響植期間遠大於品種間，開花後30天早植之碘價在200—210之間而晚植者則在170—180之間。

亞麻之種子經工廠加工後所獲得之油分，俗稱亞麻仁油（Linseed oil），為油漆工業主要的原料，然其品質之優劣則決定於其碘價（Iodine value），含油率（Oil content）及酸度（Acid value），其中尤以碘價之高低最為重要，因為碘價愈高，油漆揮發率愈大，品質愈佳，反之，則品質低劣。

據 Dillmon and Hopper 報告，亞麻種子之收量，含油率及碘價受環境因素之影響至大，在種子發育期間，其油分之形成，主要是受環境因素所左右[9]。Dybing 進行氮肥對亞麻種子品質之效應試驗，結果發現氮肥可提高亞麻之產量，但對種子油分的合成最為不利（cf. 3）。

本省亞麻之種植期，據邱所作試驗結果認為，應依所欲收穫之目的物不同而異，纖維用亞麻（Fiber flax）以11月上旬播種為宜，種子用亞麻（Seed flax）則以 10 月上中旬播種，可獲得較高的種子數量[2]，但對種子油分含量，未加討論。關於亞麻之收穫適期，據農林廳所編印之亞麻栽培手冊所載，係以亞麻莖靠地面的 $\frac{1}{3}$ 落葉，中間 $\frac{1}{3}$ 變黃色，且其蒴果 $\frac{2}{3}$ 變褐色，$\frac{2}{3}$ 黃色，$\frac{1}{3}$ 青色時為收穫期。

為明瞭上述播種及收穫適期是否影響種子油分含量及其品質，乃設計本試驗，藉以解決困惑，俾有助於今後亞麻生產業者，得以確保亞麻產量及提高種子品質。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1105號。
2.本所副研究員、助理及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料及方法

本試驗係以自美國引入之種子用亞麻品種 CI 2288, CI 2540 及本省選育之臺農選 2 號爲供試材料，於1981年10月20日行第一次播種，11月17日行第二次播種，計播種 2 次，分別以 S_1（10月20日）及 S_2（11月17日）代表之。作畦栽培，畦長 6 M，寬 1.2 M，小區面積 7.2 M^2，每品種植一區，不設重複，於盛花期就當日開花之花朵以萬年筆在其花柄上塗以黑色爲記號，而後每隔10天取樣一次，計 4 次（至開花後之第40天），所收穫之蒴果先行調查各性狀。而後測定種子含油量及碘價，前者依 V. E. Comstock and Dybing[8] 之小樣品品質測定方法進行，後者則以 Abbe 折射儀，取其讀數後換算之。

結果及討論

一、亞麻品種及植期對蒴果（種子）發育之影響

圖 1 示三個亞麻品種在10月20日（S_1）及11月17日（S_2）二個播種期處理下對蒴果發育的影響。由該圖獲知，不論品種爲何，初期（開花後10日）蒴果的發育與成長受植期的影響較大，凡10月20日播種者蒴果的發育較11月17日播種者爲緩慢，直徑增大最快的時期爲開花後第10天到第20天，而後各期的增加值甚少，品種間頗爲一致。11月17日播種者除初期蒴果發育較快外，品種間蒴果的增大持有不同的趨勢，臺農選 2 號仍以開花後之第20天達最高，而後下降，至開花後之30天即已固定。而品種 CI 2288 及 CI 2540，則呈持續的增大，顯示早植對蒴果的發育有利。

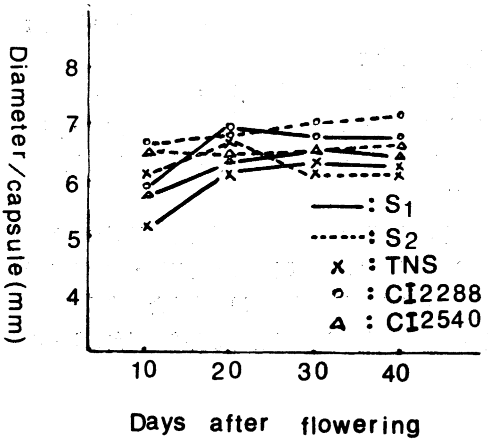


Fig 1. Effect of sowing date on the increment of capsule diameter of three flax cultivars

自圖 2 獲悉，蒴果百粒重以10月20日播者高於11月17日播者，在三個供試品種中，尤以 CI 2288 最重，達7.4公克，次爲 CI 2540 及臺農選 2 號，各爲5.9公克及4.8公克。如就二個播種期比較，10月20日播者，其百粒重大致成一直線的增加，而11月17日播種者，各品種最大增加值出現於開花後第30日，自該日起至第40日止雖仍有增加，但較緩慢。

一個蒴果之種子粒數經調查結果如圖 3 。據圖 3 知，不論品種或播種期爲何，種子粒數概在開花後之20日已大致固定，嗣後可能由於其他因素之關係，互有增減。一個蒴果之種子數，三個品種中以臺農選 2 號（9.7粒）多於 CI 2540（8.4粒）及 CI 2288（8.1粒）。除品種 CI 2288在10月20日播種其一蒴果種子數優於11月17日播者外，其他二品種均以11月17日播者優於10月20日播者。

圖 4 示亞麻品種對植期與種子千粒重之增進趨勢，由該圖可以看出，植期與品種對千粒重的增長有不同的表現。10月20日播者，初期（開花後第10天）千粒重的增加較 11 月 17 日播者爲速，前者達1.88—2.38公克之間，後者爲0.83—1.01公克左右，顯示早植較晚植爲優，惟10月20日播者，在開花後20天調查結果，除臺農選 2 號仍繼續增長外，其他二品種之增長速度頗爲緩慢，但自後即以近似直線的方式增長，與11月17日播種者之繼續增長不同。另外，不論其植期爲何，臺農選 2 號至花後40天，千粒重即停止增加或增加很小，而其他二品種則仍有增加的潛力。

不同成熟度及品種間，種子之發芽率差異經測定結果示如圖 5 ，一般來說，花後10天各供試品種均具有發芽力，發芽率之多寡則依品種而異，至花後30天種子之發芽率概達到95%以上。

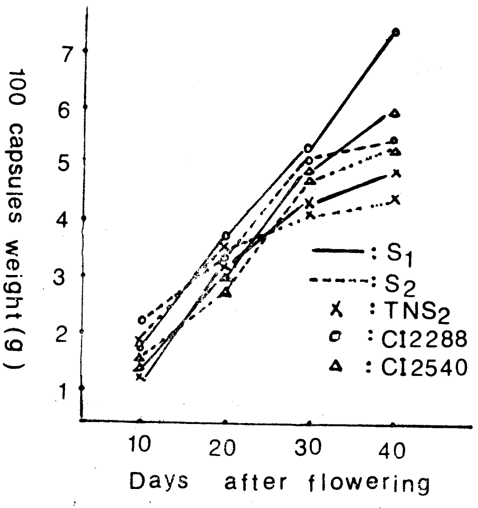


Fig 2. Effect of sowing date on the increment of 100-capsule Weight of three flax cultivars

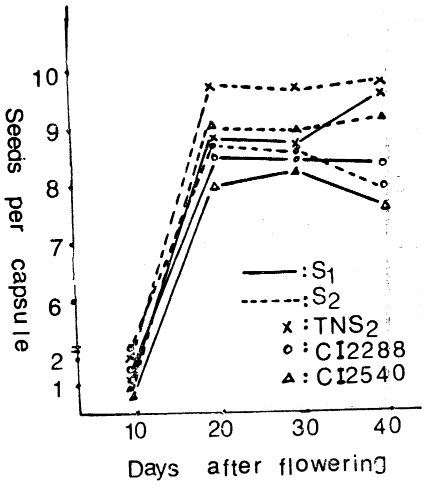


Fig 3. Effect of sowing date on the increment of number of seeds per capsule of three flax cultivars

二、亞麻植期及種子成熟度對種子油分含量及品質之影響

自圖6獲知，亞麻種子油分含量的多少，隨品種、植期及種子成熟度而異，據 Dillman (1928) 報告，亞麻開花後24天種子含油率最高，本試驗在10月20日植期之供試三個品種中，臺農選2號於開花後30天，油分含量即達最高峰，此後即急速的下降，意謂，在該時期種植臺農選2號，應於花後30天收穫，否則將導致油分含量降低，影響種子品質。反之其他二個品種 (CI 2288 及2540) 則持續增加，收穫期可延伸至花後40天以後。再以11月17日植期比較，其現象迴然不同，臺農選2號於花後20天其種子油分含量達最高，而後下降，品種 CI 2288 及2540則在花後30天始達到最高，而後亦隨之下降。由此結果可知，欲獲得高油分含量，勢必應注意品種的特性及其種子成熟度，適時收穫。過早或過晚，對油分含量的影響，關係至鉅。

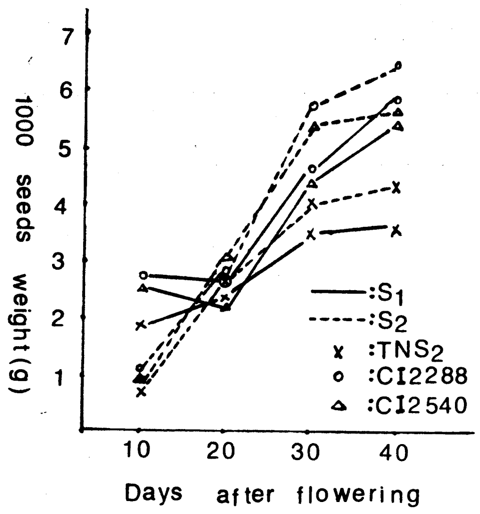


Fig 4. Effect of sowing date on the increment of 1,000-seed Weight of three flax cultivars

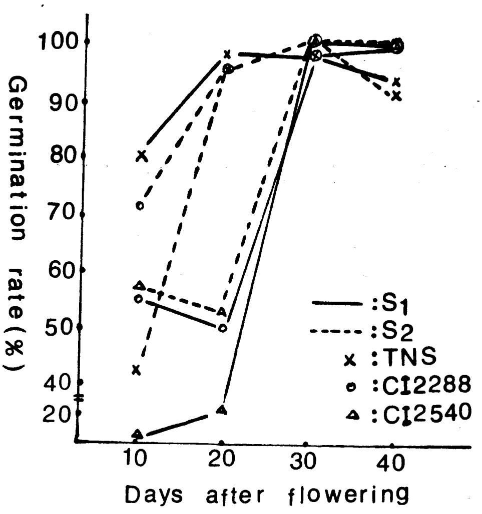


Fig 5. Effect of sowing date and stage of seed maturation on the germination rate of three flax cultivars

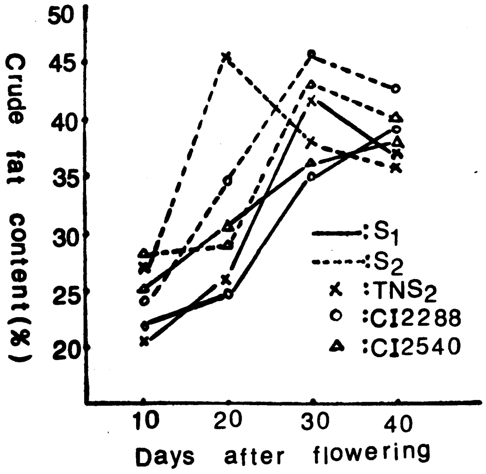


Fig 6. Effect of sowing date and stage of seed maturation on the crude oil content of seed of three flax cultivars

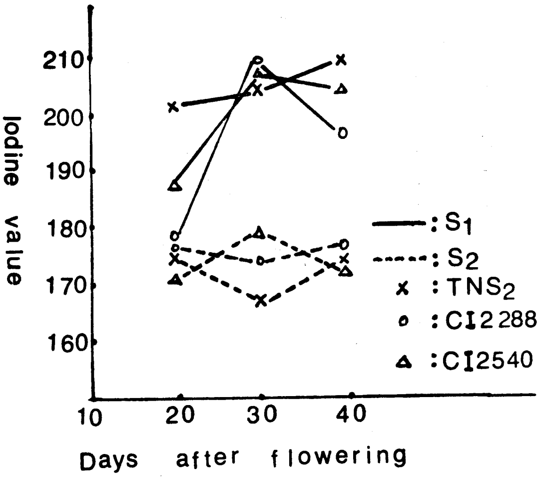


Fig 7. Effect of sowing date and stage of seed maturation on the iodine value of three flax cultivars

圖7示，植期及種子之成熟度對碘價之影響。自該圖知，碘價受植期及種子之成熟度影響很大，而植期間遠大於品種間，10月20日植期之碘價高於11月17日植期，而於花後30天達最高，除臺農選2號外，其他二品種於花後30日後碘價有下降之趨勢。11月17日植期表現頗不穩定，除 CI 2540於花後30天達最高外，其他二品種（臺農選2號及 CI 2288)都顯示在花後20天碘價高於其他二個取樣期。

參考文獻

1. 林碧滄・1973・特用作物學。p. 42-46. 、中興大學教務處出版組。
2. 邱善美・1981・種子亞麻之生育及產量性狀與植期及播種密度之影響。中華農業研究 30（2）：167—172。
3. 屈先澤・1975・臺灣亞麻之育種。科學農業23（3—4）：173—196。
4. 季景元、陳坤生、戴常智・1963・種子亞麻播種期之適應性研究。農業研究12（1）：35—46。
5. 莊周瑞、韓青梅、邱善美・1982・種子亞麻之植期與品種對產量，含油量及品質之影響。中華農業研究 31（2）：116—122。
6. 熊光斗、蔡焜煌、韓青梅・1973・亞麻不同收穫期對產量及纖維品質影響之研究。農業研究21（4）：263—272。
7. 韓青梅、莊周瑞、邱善美・1982・植期與播種密度對種子用亞麻纖維細胞發育之影響。 中華農業研究31（1）：35—41。
8. Comstock, V. E. and C. D. Dybing. 1958. A rapid method of determining the oil from small samples of flax seed. Agron, J. 80 : 113-114.
9. Dillman, A. C. and T. H. Hopper. 1943. Effect of climate on the yield and oil content of flax seed and on the iodine number of lineseed oil. VSDA. Tech. Bul. 844, pp. 1-69.
10. Dillman, A. C. 1928. Daily growth and oil content of flax seeds. J. Agr. Des. 37(6) : 357-377.

Effect of Sowing Date and Seed Maturation on the Capsule Development and Seed Oil Content of Flax[1]

S. M. Chiu, C. M. Han and J. R. Juang[2]

Summary

Three flax cultivars, TNS 2, CI-2288 and CI-2540, were planted on two different dates (Oct. 20 and Nov. 17) in order to study the effect of sowing date on the capsule (seed) development and crude oil content at various stages of seed maturation. The results showed that the primary (wthin 10 days after flowering) development and enlargement of the capsule were strongly affected by sowing date. Those sown earlier (Oct. 20) reached their maximum development 20 days after flowering, little enlargement of seeds was observed afterwards. Seeds of the plants sown later (Nov. 17) developed more slowly and continued to enlarge for a longer period.

The weight of capsules, regardless of variety, continued to increase after flowering. However, early sowing appeared to have a beneficial effect on the 100-capsule-weight. The number of seeds per capsule was fixed about 20 days after flowering. The late-sown plants had a greater number of seeds than the early-sown ones, and TNS 2 had more seeds per capsule than CI-2288 and CI-2540.

The increase of seed dry weight within the first 10 days after flowering was more prominant for the early-sown plants, but the later-sown ones gained more seed weight starting at 30 days after flowering. In terms of crude oil content, cultivar TNS 2 peaked (40.4%) at 20 days after flowrieng when sown early. The maximum value of 41.4% was observed at 30 days after flowering when sown late. Crude oil content decreased thereafter in both treatments.

Oil content in the seeds of CI-2288 and CI-2540 increased continuously under early sowing. However, oil content was highest at 30 days after flowering when plants were sown late. The iodine value was affected more by sowing date than by variety. At 30 days after flowering, the early-sown plants had an iodine value between 200 and 210, and the late-sown ones between 170 and 180.

1. Contribution No. 1105 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Agronomist, research assisttant and research assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：238～252（1983）

臺東地區木瓜缺硼臨界濃度之測定與其土壤中含硼狀況之研究[1]

張淑賢　胡南輝　陳春泉　邱再發

摘要：臺東地區之木瓜栽培常見果實缺硼，影響果農收益，本試驗乃研討木瓜缺硼之葉片與土壤診斷方法，並探討該地區土壤熱水可溶性硼含量分佈與土壤母質及有機質含量等之關係。茲摘述其結果如下。

以剛成熟葉（葉片已完全展開且葉柄剛由綠轉紅褐者）爲第一葉，採取其第10葉葉身（不含葉柄）作爲缺硼診斷之取樣部位，可顯著反應果園間硼含量之差異。缺硼木瓜第10葉葉身之硼含量均在 20 ppm 以下，而正常果園則在 25—155 ppm 間。

果實缺硼之木瓜園土壤熱水可溶性硼含量，在黑色土類均低於 0.28 ppm，其他土類土壤則低於 0.15 ppm。黑色土類臨界濃度較高之原因或爲其有機質含量較高之故，仍待查證。

土壤熱水可溶性硼含量受母質、灌溉水質、淋溶時間之久暫、及有機質含量等之影響。臺東縣境耕地土壤之硼含量在 0.01—0.84 ppm 間，以紅壤含量最低，平均 0.07 ppm；粘板岩老冲積土次之，平均 0.15 ppm，但其土層深厚且排水不良之水田土壤（豐樂系）則硼含量高，平均 0.39 ppm，推測爲灌溉水含硼之故；再次爲粘板岩新冲積土，平均 0.21 ppm；而黑色土及東岸火成岩混合砂頁岩冲積土則硼含量較高，平均 0.28 ppm（但其中採自都蘭至信義里間者則硼含量低，平均僅 0.16 ppm）。東部地區之坡地土壤，以片岩、粘板岩、及砂岩母質者硼含量低，而泥岩及火成岩母質者較高。

表土之有機質含量高於底土，硼含量亦如是。粘板岩及片岩母質之土壤其硼含量與有機質之相關常達顯著水準，顯示此類土壤母質硼含量低，有機質含量乃爲決定其硼含量多寡之主要因子。而含火成岩母質之土壤，其有機質與含量均爲各類土壤中最高者，但兩者之相關却極低。

臺東地區之木瓜栽培常見果實異常，即果實表面呈現凹凸不平之腫瘤且流出白色乳漿，部分果肉木栓化，種子發育不全，病果無商品價值，影響果農收益。此症狀與1975年王德男氏[(1)]所報告之屏東各地木瓜缺硼症相似，王氏係臺灣木瓜缺硼之最早發現者，文中指出缺硼木瓜葉片硼含量在20ppm以下（未說明取樣方法），可由葉面噴施 0.25%硼砂，每株0.5g，或土壤施用硼砂 0.5—5g／株而獲得矯正。

臺東之木瓜異常，經取葉分析其硼含量亦在 20 ppm 以下，且觀察區之病株施硼後，新生果實即恢復正常（如照片所示），可確定該異常係缺硼所致。乃於68年10月至70年10月間廣泛調查臺東地區之木瓜園土壤熱水可溶性硼含量（HWSB）及葉片硼含量與果實缺硼之關係，藉以探明木瓜缺硼之葉

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1106號。本計劃係與臺東改良場合作，該場負責木瓜園之調查與樣品之採集，並蒙農發會補助，王技正新傳先生大力支持，國科會獎助，臺東場張茂盛先生協助部分調查工作，中興大學王明果教授提供坡地土壤樣品，及本系土壤肥力室提供土壤肥力能限資訊檔案資料，吳懷國先生協助資料分析，吳婉麗小姐暨研究室同仁鼎力協助，始得完成，謹此致謝。

2.本所農化系助理研究員、臺東改良場助理、前本所農化系研究員、茶葉改良場場長。

片與土壤臨界濃度，供營養診斷之參考。

楊滔慈氏，1960，[5,6] 調查本省蔗園土壤之硼含量與甜菜缺硼之關係，指出土壤之 HWSB 含量與成土母質、有機質含量及灌溉水質均有密切關係；又本省蔗園土壤中以海埔新生地（因海水含硼 2.7 ppm）和泥岩冲積土含硼量較高，而紅壤及砂岩、粘板岩、結晶石灰片岩之冲積土含硼量較低。曾銘君氏，1966，[4] 發現東部地區之鳳梨缺硼常見於酸性且質地輕鬆之片岩冲積土。因此本文亦討論臺東地區各類耕地土壤及東部地區若干坡地土壤之 HWSB 分佈與土壤母質、有機質含量等之關係，並將臺東地區耕地土壤之硼含量分佈按木瓜缺硼之臨界濃度分級後繪製成圖，以供參考。

材料與方法

一、木瓜葉片營養診斷取樣方法之研究：

關於木瓜葉片取樣方法，因無資料可供參考，故先於68年 8 月間以農試所宿舍內土生木瓜樹為材料，以葉柄與樹幹約成 70° 角之展開葉為第一葉，其上向莖頂之新葉葉序為負，其下向基部為正，分別採取第－8，－5，1，5，10，14，20，及25葉之葉柄與葉身，分析其各要素含量。其後又於70年元月自池上及成功兩處生長健壯之日陞種木瓜園，以剛成熟葉（葉片已完全展開且葉柄由綠剛轉紅褐者）為第一葉，分析其第－3，1，5，10，15，20及25葉之葉柄與葉身各要素含量，每一果園各取 5 株，共10組樣品。

二、木瓜園土壤熱水可溶性硼含量（HWSB）及葉片硼含量調查：

自民國68年10月至70年10月間先後採取臺東地區之木瓜土壤及葉片，並調查果實缺硼情形。土壤分表土（0—15 cm）及底土（15—30 cm）取樣，若確知農民已施硼，則於臨近田地採取未種木瓜之土壤表底土做為對照，分析其 pH、質地、有機質及 HWSB 含量。葉片則採第10葉之葉身（不含葉柄），每果園各採 4 株，分析其各要素含量。

三、臺東地區各類土壤之硼含量分佈與土壤母質、有機質含量等之關係研究：

由「臺灣省土壤肥力能限分類規範調查研究」計畫中有關臺東縣境耕地之 168 個調查資料（土壤分類由陳春泉先生鑑別，pH、有機質及質地由農試所分析，硼含量由屏東農專楊培森教授分析）與本試驗所調查分析之部分資料（計67個）合併檢討土壤硼含量與土壤母質及有機質含量之關係，並將上述 233 個資料標示於圖。另向中興大學王明果教授索贈花蓮及臺東地區山坡地土壤表土樣品79個，分析其 pH、質地、有機質與 HWSB 含量，以討論其間之關係。

四、分析項目與方法：

土壤理化性質按慣用方法[3] 分析。土壤熱水可溶性硼含量按 Jackson 氏[8] 之方法分析。葉片各要素含量按本研究室慣用法分析[3]，微量元素 Fe、Mn、Cu、Zn 以 1N HCl (1：25 w/v) 抽出，原子吸光儀測定（其中 Fe 僅能抽出部分，非全量），B則以 0.5N HCl (1：50 w/v) 抽出，再以 Curcumin 呈色[10]。

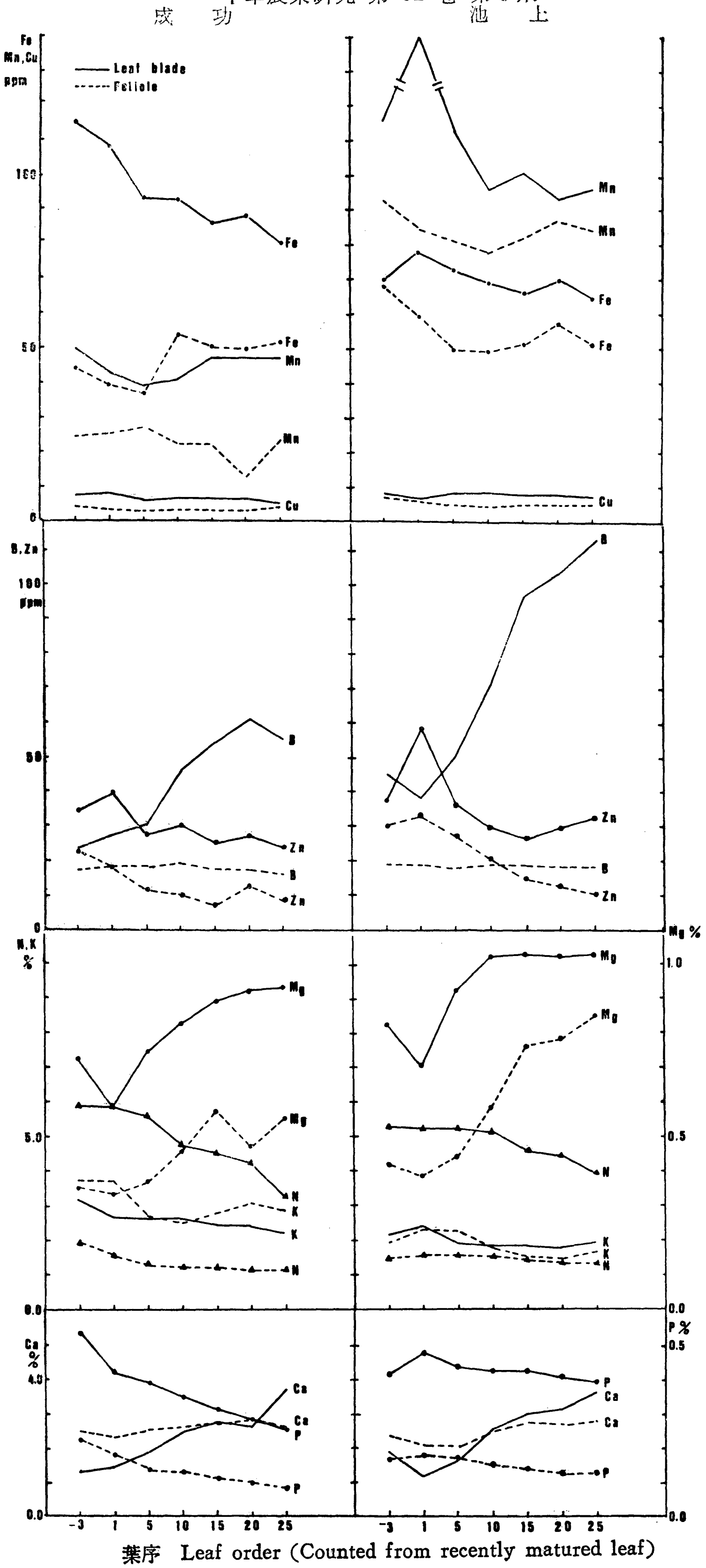
結果與討論

一、不同葉序之木瓜葉柄與葉身各要素含量變化。

表1. 土生木瓜樹各葉序葉片之硼含量（68年 8 月採自農試所宿舍）

Table 1. Boron contents in papaya leaf blades and petioles at different development stage. (August, 1979)

葉序 / 部位	−8	−5	1	5	10	14	20	25
葉身 Leaf blade	26	37	36	47	48	45	67	77
葉柄 Petiole	22	17	20	21	18	17	18	20



圖一、不同葉序之木瓜葉身與葉柄之各要素含量變化（日陸種，70年6月採）

Fig 1. Changes of nutrient contents in papaya leaf blades and petioles of different development stages.

由分析結果知（表1.及圖一），三處木瓜葉身之硼含量均隨葉序增加而增高，即老葉硼含量高於新葉，且果園間硼含量差異顯著。而葉柄之硼含量則無論地點及葉序別均在 20 ppm 左右，即葉柄之硼含量較低且未能反應果園間之差異。故就缺硼診斷而言，葉身爲較理想之取樣部位。而第10葉葉身各要素含量較近於均值，乃定其爲葉片取樣部位。70年元月曾於關山採一缺硼植株之第 1 ，5 ，10 及15葉葉身分析其硼含量分別爲 10,11,12,18 ppm，均低於 20 ppm。而正常植株自第 5 葉以上，硼含量均高於 20 ppm。

不同葉序間各要素含量變化趨勢，三處果園，結果均相似，故僅將成功及池上果園各 5 株木瓜樹之平均結果示如圖一。則見除鉀與鈣外，其餘各要素均以葉身之含量高於葉柄。無論葉身或葉柄，N、P、Zn 含量均隨葉序增加而顯著降低，即新葉含量高於老葉；反之，Ca、Mg 含量則以老葉高於新葉。K亦以新葉含量較高，但葉序間差異較小。Cu 變化很小，Fe、Mn 則無一定趨勢。上述結果與王德男氏[(2)] 1979年 9 月發表，以蘇魯一號木瓜爲材之結果相似（未測硼），唯其 Mg 變化趨勢及葉身氮含量低於 3 %與本研究結果不同。

關於木瓜營養診斷之取樣部位，王氏之結論爲以最大直立葉爲第一葉（據其云較剛成熟葉爲年輕），往下算第 7 —10葉之葉柄基段最具代表性，因其所含 N、P、K 值最穩定且接近平均值。但葉柄之要素含量均較低，部分要素之分析準確度較難掌握，再者取樣部位能否反應株間差異亦應考慮，因此如何取樣方可適應各種要素之營養診斷，實需於田間實際試驗，方可定論。

二、臺東地區木瓜園土壤之硼含量及木瓜缺硼之葉片與土壤臨界濃度。

本試驗曾先後調查 120 點之木瓜園，但因毒素病猖獗，其中僅74點有葉片樣本，故僅將此部分之調查結果列於表 2.，並將其按陳氏所定之土類[(7)] 整理如表 3.。施硼果園均以對照土之硼含量來討論（本文之土壤硼含量均指熱水可溶性硼）。

表2. 臺東地區木瓜園土壤之理化性質、熱水可溶性硼含量、葉片硼含量與果實缺硼之關係

Table 2. Leaf boron contents and soil physicochemical properties of papaya orchards in Taitung area in relation to boron deficiency.

採樣地點 Location	土壤深度 Soil[a] depth	pH	有機質 O.M.%	質地 Texture	土壤硼含量 HWSB[b] ppm	葉片硼含量 Leaf B (Mean±SD) ppm	土類 Soil group	土系 Soil[d] series	土相或耕作狀況 Condition	木瓜品種 Variety	木瓜正常或異常
1. 太麻里 大王	A	5.1	4.09	L	0.44	18±2	RSA	Js	石礫地	日陞	D[c]
	B	5.2	3.52	L	0.38						
2. 太麻里 大王	A	4.3	3.61	L	—	21±7	RSA	Js	〃	〃	D′
	B	4.4	3.49	L	0.17						
對照	A′	4.2	3.40	L	0.05	—	RSA	Js	〃		
	B′	4.5	3.58	L	0.03						
3.*太麻里 北里	A	4.6	2.88	L	0.09	13±1	RSA	Js	〃	〃	D
	B	4.6	1.85	L	0.08						
4. 太麻里 香蘭	A	4.7	3.46	L	0.23	42±16	RSA	Js	〃	〃	N
	B	5.2	2.21	L	0.18						
對照	A′	5.2	3.03	L	0.20	—	RSA	Js			
	B′	4.8	2.15	L	0.18						
5. 太麻里 金崙	A	4.6	3.55	L	0.25	29±6	RSA	Js	〃	〃	N
	B	4.5	2.82	L	0.21						
對照	A′	5.7	3.70	L	0.17	—	RSA	Js			
	B′	4.8	3.49	L	0.15						
6. 鹿野武陵農場	A	7.6	0.85	SL	0.29	59±43	RSA	Js	河床地	〃	D′
對照	A′	6.9	1.06	LS	0.05	—	RSA	Js			

續表2.

採樣地點 Location	土壤深度 Soil[a] depth	pH	有機質 O.M.%	質地 Tex-ture	土壤硼含量 HWSB[b] ppm	葉片硼含量 Leaf B (Mean±SD) ppm	土類 Soil group	土系 Soil[d] series	土相或耕作狀況 Condi-tion	木瓜品種 Variety	木瓜正常或異常
7. 鹿野 瑞和	A	6.9	2.63	SiL	0.85	68±40	RSA		原水田	〃	N
	B	6.8	2.11	L	0.23						
對照	A′	7.0	2.23	SiL	0.87	—	RSA		水田		
	B′	6.6	2.47	SiL	0.29						
8. 關山 月眉	A	7.3	1.46	SL	0.14	39± 5	RSA	Js	漂石相	臺農1號	N
	B	7.3	0.58	SL	0.06						
9. 關山 里壠	A	5.4	2.18	SiL	0.41	59±24	RSA		原水田	〃	N
	B	5.5	1.79	SiL	0.45						
對照	A′	7.6	1.82	SiL	0.28	—	RSA		水田		
	B′	7.6	1.64	SiL	0.25						
10. 關山 中福	A	5.2	1.64	SiL	0.19	82±20	RSA		〃	〃	N
	B	5.8	1.67	L	0.28						
對照	A′	4.5	1.67	SiL	0.32	—			〃		
	B′	5.1	1.42	L	0.37						
11. 池上 萬朝	A	4.6	1.72	SL	0.31	20± 2	RSA	Js	河床地	日陞	D
	B	4.2	1.79	SL	0.48						
對照	A′	—	—	SL	0.11	—	RSA	Js	〃		
12. 池上 大埔	A	4.3	2.38	L	1.05	100±12	RSA		原水田	日陞	N
	B	5.1	2.44	SiL	0.52						
對照	A′	5.3	2.75	SiL	0.52		RSA		水田		
	B′	4.8	1.66	L	0.45						
13. 鹿野 高台	A	4.8	2.94	SiCL	0.06	17± 1	RE	Ly	石礫地	臺農1號	D
	B	3.9	2.24	SiCL	0.09						
對照	A′	4.0	2.57	SiCL	0.10	—	RE	Ly	〃		
	B′	4.6	3.15	SiCL	0.10						
14.*鹿野 永安	A	4.3	3.92	SiCL	0.10	12	RE	Wh	〃	日陞	D
	B	4.7	2.41	SiCL	0.11						
15. 大武 尚武	A	5.4	1.21	L	—	23± 3	OSA	Cl	〃	臺農	N
	B	5.6	1.21	L	0.12						
16. 大武 尚武	A	5.2	2.00	CL	0.17	—	YE		坡地	〃	N
	B	5.0	1.82	SiCL	0.18						
17. 大武 大坤	A	6.0	2.03	CL	0.08	32± 9	YE		〃	〃	N
	B	6.0	1.70	CL	—						
18. 大武 和平	A	5.3	1.85	CL	0.25	19± 1	YE		〃	〃	D
	B	5.7	1.03	CL	0.14						
19, 大武 尚武	A	5.4	2.03	L	0.15	41± 7	OSA	Cl		〃	D
	B	5.5	1.30	L	0.11						
20. 鹿野觀察區	A	4.4	2.76	CL	0.11	96±63	OSA	Cl	漂石相	臺農1號	D′
	B	4.4	2.15	CL	0.05						
對照*	A′	4.7	2.58	CL	0.06	15± 3	OSA	Cl	〃	〃	D
	B′	4.6	2.40	CL	0.09						
21. 鹿野 龍田	A	4.4	2.67	L	0.09	40± 8	OSA	Cl	石礫地	〃	D′
	B	4.1	2.12	L	0.07						
對照	A′	4.6	2.58	L	0.02	—	OSA	Cl			
	B′	4.5	2.15	L	0.01						
22. 鹿野上鹿寮	A	5.6	1.17	L	0.07	94±49	OSA	Cl	〃	〃	D′
對照	A′	5.4	1.09	SiL	0.04	—	OSA	Cl			
23.*鹿野 永安	A	6.6	3.14	SiL	0.07	18	OSA	Fn	〃	臺農	D
對照	A′	5.3	3.45	SiL	0.08	—	OSA	Fn			

續表2.

採樣地點 Location	土壤深度 Soil[a] depth	pH	有機質 O.M.%	質地 Texture	土壤硼含量 HWSB[b] ppm	葉片硼含量 Leaf B (Mean± SD) ppm	土類 Soil group	土系 Soil[d] series	土相或耕作狀況 Condition	木瓜品種 Variety	木瓜正常或異常
24.*鹿野 永安	A	4.8	2.77	L	0.08	19	OSA	C1	石礫地	〃	D[c]
	B	4.4	2.13	L	0.06						
25.*鹿野 新豐	A	5.2	3.06	SiL	0.19	15	OSA	C1	〃	〃	D
26.*關山 德高	A	5.3	1.93	L	0.05	18± 1	OSA	C1	〃	〃	D
	B	5.3	2.21	L	0.09						
27.*關山 德高	A	5.5	1.51	SL	0.06	14± 2	OSA	C1	〃	〃	D
	B	5.0	1.06	SL	0.03						
28. 關山 月眉	A	5.8	4.06	L	0.29	109±36	OSA	C1	〃		D′
	B	5.8	2.15	L	0.12						
對照	A′	5.4	1.97	L	0.19	—	OSA	C1	〃		
	B	5.4	1.52	SL	0.09						
29. 關山 月眉	A	7.2	2.99	SiL	0.13	—	OSA	C1		臺農	D
	B	7.1	0.77	SL	0.06						
30.*關山 里壠	A	4.9	1.87	L	0.13	18± 1	OSA	C1	漂石相	日陞	D
	B	4.9	1.87	L	0.13						
31. 池上 新興	A	4.0	1.96	SL	0.32	128±33	OSA	C1	石礫地	〃	D′
	B	4.2	2.05	SL	0.29						
對照	A′	4.6	2.11	SL	0.06	—	OSA	C1			
	B′	4.6	2.44	L	0.08						
32. 池上 萬朝	A	5.3	5.43	L	0.28	82±26	OSA	C1	坡地、石礫占70%	〃	D′
	B	5.0	2.02	L	0.20						
對照	A′	5.4	6.22	L	0.35	—	OSA	C1	〃		
	B′	5.1	3.14	L	0.25						
33. 池上 富興	A	5.6	2.23	L	0.10	53±10	EMA	Ky	石礫地	日陞	N
	B	5.6	3.14	L	0.48						
對照	A′	5.6	3.23	L	0.20	—	EMA	Ky	〃		
	B′	5.5	2.15	L	0.08						
34. 池上 慶豐	A	5.4	2.11	L	0.43	59±5	EMA	Ky	原水田	日陞	N
	B	6.4	1.93	L	0.71						
對照	A′	6.7	1.93	L	0.44	—	EMA	Ky	水田		
	B′	7.0	1.36	SL	0.32						
35. 卑南 郡界	A	7.5	1.14	CL	0.20	—	EMA	Sq		臺農	N
	B	7.7	0.77	CL	0.34						
36.*卑南 郡界	A	7.4	2.48	SiC	0.29	44	EMA	Sq	坡地	臺農3號	N
	B	7.4	1 79	SiC	0.30						
37.*東河東河農場	A	6.1	5.25	CL	0.43	26	EMA	Ky		日陞	N
38. 東河 隆昌	A	5.5	2.43	L	0.14	44±21	EMA	Sp	石礫地	臺農2號	N
	B	5.1	2.43	L	0.17						
對照	A′	6.2	4.17	L	0.57	—	BS	S1	〃		
	B′	5.2	2.55	L	0.10						
39.*成功信義里	A	5.5	1.10	L	0.08	13	EMA	Yc		日陞	D
	B	5.6	1.10	L	0.05						
40. 成功信義里	A	5.3	2.60	SL	0.13	13	EMA	Yc		〃	D
	B	5.4	1.80	SL	0.05						
41.*成功信義里	A	5.7	2.80	SL	0.08	15	EMA	Yc		〃	D
	B	5.6	2.60	SL	0.09						
42. 成功信義里	A	4.9	1.50	L	0.04	—	EMA	Yc		〃	D
	B	4.9	1.20	L	0.01						

續表2.

採樣地點 Location	土壤深度 Soil[a] depth	pH	有機質 O.M.%	質地 Tex-ture	土壤硼含量 HWSB[b] ppm	葉片硼含量 Leaf B (Mean±SD) ppm	土類 Soil group	土系 Soil[d] series	土相或耕作狀況 Condi-tion	木瓜品種 Variety	木瓜正常或異常
43. 成功 信義里	B	5.1	3.40	L	0.25	38± 7	EMA	Ky	原水田	臺農2號	N[c]
44.*成功 柑仔山	A	5.7	3.67	SiCL	0.20	48	EMA	Mt		〃	N
45. 成功 忠仁里	A	4.9	3.14	CL	0.27	50	EMA	Mt		〃	N
46.*南溪 中興	A	5.2	2.70	SiCL	0.11	19	EMA	Mt		〃	D
47. 長濱 竹湖	A	5.9	2.49	SiC	0.24	70±14	EMA	Sq		〃	N
48. 長濱 竹湖	A B	7.1 7.7	1.72 0.96	SiL L	0.11 0.04	72±26	EMA	Sq		日陞	N
49. 長濱 樟原	A B	5.3 5.4	4.58 3.76	CL CL	0.28 0.21	15	EMA	Tw		〃	D
50. 東河 舊廊	A B	5.5 5.3	2.31 2.03	L L	0.22 0.20	30± 5	BS	S1	漂石相	〃	N
51. 東河 興昌	A B	5.3 5.8	2.91 2.73	SL L	0.16 0.14	40±19	BS	S1	〃	〃	D
52. 東河 金樽	A B	6.5 6.5	3.11 3.45	L L	0.28 0.25	50± 3	BS	S1	坡地、漂石相	日陞	N
53. 東河 五線 對照	A A′	6.1 5.8	2.63 2.35	L L	0.15 0.12	27 —	BS BS	S1 S1		〃	D′
54.*東河 北源	A	6.2	2.15	SiL	0.25	16± 1	BS	S1		〃	D
55.*南溪 尚德 對照	A A′	6.1 5.9	7.85 5.70	CL CL	0.71 0.25	16	BS BS	S1 S1		臺農 〃	D(僅施硼一星期)
56. 南溪 尚德對照	A	6.1	8.55	CL	0.27	—	BS	S1		臺農	D
57.*南溪 後寮	A	5.7	8.01	CL	0.27	15	BS	S1		臺農	D
58. 南溪 後寮	B	6.2	2.17	SL	0.20	31± 4	BS	S1	坡地	日陞	N
59. 成功 美山	B	6.8	6.05	L	0.44	44±18	BS	S1	〃	〃	N
60. 成功 美山	B	6.7	1.78	CL	0.40	52± 1	BS	S1	〃	〃	N
61.*成功 美山	A B	7.1 7.2	5.56 4.49	L CL	0.25 0.20	20	BS	S1	石礫地	臺農	D
62. 成功 美山	A B	6.2 6.3	5.84 6.12	L L	0.30 0.38	14	BS	S1	石礫地（石礫占32%）	〃	D
63. 成功 和平路	B	5.6	3.87	L	0.24	18± 0	BS	S1	坡地	〃	D
64.*成功 柑仔山	A B	6.5 6.8	5.65 3.29	SiC CL	0.57 0.51	43	BS	Tu		〃	N
65.*長濱 城子埔	A B	5.2 5.2	12.34 11.23	L SL	0.33 0.33	34	BS	S1			N
66.*長濱眞柄社區	A B	5.3 5.5	7.74 6.84	CL CL	0.22 0.10	21	BS	S1	石礫地（石礫占30%）		D
67.*長濱 三間村	A	6.1	6.28	CL	0.32	18	BS	S1			D
68.*長濱 八仙洞	A	6.0	4.49	CL	0.24	15	BS	S1		日陞	D
69.*長濱 城山	A	6.5 6.6	6.41 4.00	SL SL	0.44 —	32	BS	S1			N

續表2.

採樣地點 Location	土壤深度 Soil[a] depth	pH	有機質 O.M.%	質地 Tex-ture	土壤硼含量 HWSB[b] ppm	葉片硼含量 Leaf B (Mean± SD) ppm	土類 Soil group	土系 Soil[d] series	土相或耕作狀況 Condi-tion	木瓜品種 Variety	木瓜正常或異常
70.*長濱 寧埔	A B	6.2 6.0	4.88 4.98	L L	0.58 0.49	55± 5	BS	S1		〃	N
71.*長濱 城子埔	A B	5.7 5.8	6.55 6.26	SL SL	0.10 0.16	20	BS	S1	原水田	〃	D
72.*長濱 大豐	A	5.7	8.79	L	0.18	17	BS	S1			D
73.*長濱 大豐	A B	5.5 5.7	8.52 6.70	L L	0.27 0.27	16	BS	S1			D
74.*長濱 大豐	A B	5.3 5.5	5.37 5.94	L L	0.10 0.17	16	BS	S1	石礫地(占28%)	TS1	D

註：a ：Soil depth：A=0—15cm, B 15—30cm
b ：HWSB：土壤熱水可溶性硼含量 (Soil Hot Water Solule Boron)
c ：D：木瓜果實異常 (Deficient)，D′：原有異常症狀，施硼後已正常 (origionaly deficient)，
N：果實正常 (Normal)
d ：RSA：粘板岩新冲積土 (Recent slate alluvial soil), OSA：粘板岩老冲積土 (Old slate alluvial soil)
YE：黃壤 (yellow soil), RE：紅壤 (Latosol)
BS：黑色土 (black soil), EMA：東岸火成岩混合砂頁岩冲積土 (Igneous rock & sandstone & shale alluvial soil)

表3. 臺東地區木瓜園土壤之熱水可溶性硼含量與母質、有機質含量之關係

Table 3. The hot water soluble boron contents in soils of papaya orchards in Taitung district in relation to its parent material and organic matter content.

土類 Soil group	調查點數 No. of sample	缺硼點數 No. of boron deficienf orcha-ond	土層深度 Soil depth	pH Range	Mean	有機質 O.M. % Range	有機質 O.M. % Mean	土壤熱水可溶性硼 HWSB Range	土壤熱水可溶性硼 HWSB Mean	O.M. 與HWSB含量相關係數 correlation coefficient between O.M. & HWSB
粘板岩冲積土 Slate alluvial soil	23	15	A[a] B	4.2—7.3 4.4—7.3	5.3 5.2	1.06—6.22 0.58—3.58	2.57 2.09	0.02—0.48 0.01—0.38	0.13 0.11	0.6550**
	4[b]	0	A B	4.5—7.6 4.1—7.6	6.1 5.8	1.67—2.75 1.42—2.47	2.12 1.80	0.28—0.87 0.25—0.45	0.50 0.34	—
紅壤 Latosol	2	2	A B	4.0—4.3 4.6—4.7	4.2 4.7	2.57—3.92 2.41—3.15	3.25 2.78	0.10—0.10 0.10—0.11	0.10 0.11	—
黃壤 Yellow soil	3	1	A B	5.2—6.0 5.0—6.0	5.5 5.6	1.85—2.03 1.03—1.82	1.96 1.52	0.08—0.25 0.14—0.18	0.17 0.16	—
黑色土 Black soil	23	16	A B	5.2—7.1 5.1—7.2	5.9 6.0	2.15—12.34 1.78—11.23	5.94 4.90	0.10—0.58 0.10—0.51	0.29 0.28	— 0.0352
東岸火成岩混合砂頁岩冲積土 Igneous rock & sandstone & shale alluvial soil	17	6	A B	4.9—7.5 4.9—7.7	5.9 6.1	1.10—5.25 0.77—3.76	2.67 1.81	0.04—0.44 0.10—0.34	0.20 0.15	0.5090*

註 a：A 表土 0—15cm, B 底土 15—30cm
b：由水田轉作木瓜者 (Papaya orchards transfered from paddy)

所調查74點之木瓜園土壤中，粘板岩*新冲積土 12 點，老冲積土 15 點（兩者均以土層深度小於 30 cm 之土系一瑞穗系 C1 及初鹿系一居多），紅壤 2 點及黃壤 3 點。此等土壤均分佈於池上至知本沿線之臺東縱谷至太麻里一帶。另42點爲含火成岩母質之土壤，其中黑色土25點（亦以淺層之水連系居多），分布於海岸山脈東側（都蘭一長濱），餘17點屬東岸火成岩混合砂頁岩冲積土，分布於海岸山脈東、西兩側。

紅壤之硼含量低，調查兩點之木瓜均缺硼，其表土含硼量均爲 0.10 ppm。

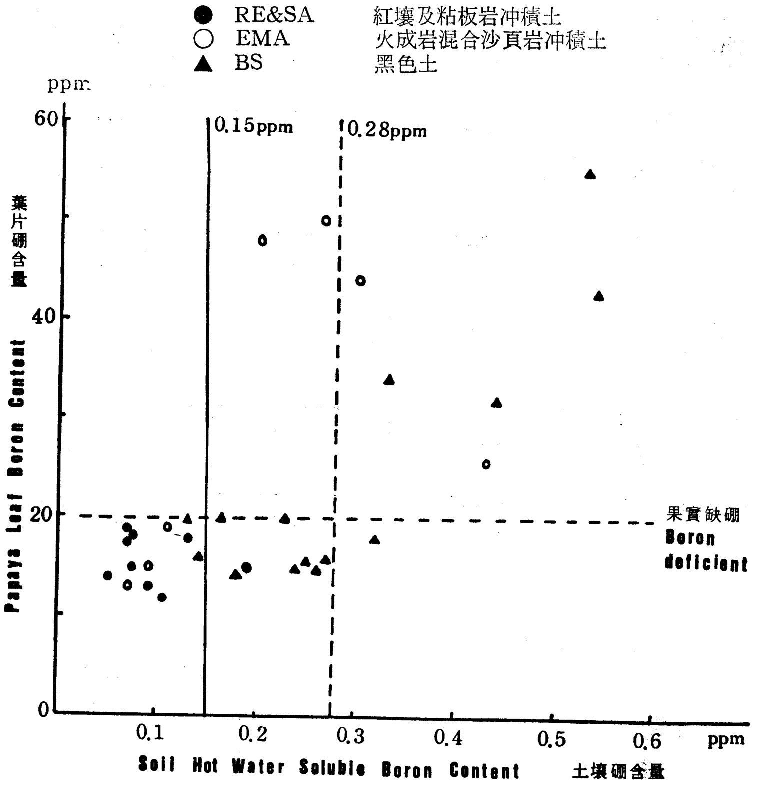
粘板岩冲積土類調查 27 點中有 23 點屬旱地果園，多數爲礫質地或河床地，土層淺，質地 SL 至 SiL，pH 較低（平均5.3），其硼含量亦低，表土平均含硼 0.13 ppm。計15點缺硼，除 1 及 32 號果園硼含量爲 0.44 及 0.35 ppm 外，餘均低於 0.13 ppm。27 點中另 4 點爲水田轉作木瓜，其土壤硼含量均高，在 0.25—0.87 ppm 間，木瓜生長均正常。

3 處黃壤中有一處果實缺硼，其表底土含硼 0.25 及 0.14 ppm。另一處土壤含量雖低至 0.08ppm，但葉片含硼 22—41 ppm，果實亦正常。

東岸火成岩混合砂頁岩冲積土類，17點中有 6 點缺硼，其中 4 點屬漁場系（Yc），爲深層之風沙土，硼含量低在 0.01—0.13 ppm 間。另兩個缺硼果園之表土硼含量爲 0.11 及 0.28 ppm。

黑色土之平均有機質含量最高，其平均硼含量爲 0.29 ppm，亦爲各類土壤中最高者。所調查25點中有15點缺硼。其中66至74號果園（69及70號除外）於70年10月採樣時正値結果始期，果實均正常，但分析其葉片硼含量則均低於 20 ppm，至12月再前往觀察則果實均呈現缺硼。本類土壤木瓜缺硼者，其表土硼含量在 0.10—0.30 ppm 間，平均 0.22 ppm，較前述各類土壤之缺硼濃度爲高。

由於未能完全確知農家是否已施硼，且農家施硼方法不一（有株下撒施，亦有株旁邊點施者），



圖二：木瓜園土壤熱水可溶性硼含量與葉片硼含量與果實缺硼之關係

Fig 2 : Soil and leaf boron content in relation to boron deficieny of papaya fruit.

*註※：陳氏之土壤調查報告書中，雖將其歸於片岩冲積土類，但書中有云臺東地區以粘板岩較多，片岩較少，後查地質圖亦如是，故此處乃更正爲粘板岩冲積土。

乃增加土壤臨界濃度判定之困難。其中1,18,32,49及62號果園之葉片硼含量低於 20 ppm，果實亦缺硼，但其土壤硼含量則高於其他同土類缺硼果園之含量；而8,17,19,48,50,51及52號果園土壤硼含量很低，似應缺硼，但其葉片硼含量及果實均正常。則推測上述例外之原因爲：前者可能係農家剛撒施硼不久，因此土壤硼含量雖已增高，但葉片及果實則尚未恢復正常（果實若呈缺硼病徵，雖施硼亦無法恢復）；而後者可能爲農家早已於株旁點施硼砂，因此其葉片與果實均正常，但因所採土樣則未受汚染故硼含量仍低，此可由48及51號果園之葉片硼含量變異很大（56—111 ppm 及 22—62 ppm），而土壤却僅含 0.11 及 0.16 ppm而獲得佐證。

綜合上述調查結果，並將表二中確定未施硼地點（打*記號者）之土壤與葉片硼含量與果實缺硼之關係示如圖二，則見凡第 10 葉葉身硼含量低於 20 ppm 者其果實必缺硼，而正常木瓜則在25—155 ppm 間。土壤之缺硼臨界濃度在黑色土類較高，約 0.28 ppm，其餘各類土壤則在 0.15 ppm 左右。黑色土之缺硼臨界濃度較高，是否因其有機質含量較高，故沸水可抽出之硼素較高，但其中仍有部分爲木瓜根部在常溫或冬季由低溫時所無法利用？實值探討。

三、臺東地區木瓜第10葉葉身各要素含量範圍：

關於木瓜葉片各要素含量之資料尚少，因此將調查結果整理如表 4 。

表4. 臺東縣木瓜第10葉葉身之素各要含量範圍

Table 4. The range of nutrient content in the 10th leaf blades sampled from papaya orchards in Taitung district.

要素別	含量範圍 Range%	平均值 Mean	要素別	含量範圍 Range ppm	平均值 Mean ppm
N	2.9 —5.5	4.4	Fe*	58—127	85
P	0.23—0.66	0.39	Mn	29—274	90
K	0.88—3.11	1.88	Cu	4.8—9.4	6.8
Ca	0.98—4.35	2.50	Zn	17—37	27
Mg	0.22—2.00	1.12	B	25—155	(正常範圍)

註：* Fe 爲 1N HCl 可抽出者，非全量。

四、臺東地區耕地土壤及東部若干坡地土壤之熱水可溶性硼含量與其母質、有機質含量等之關係

據研究[4,5,9]，土壤熱水可溶性硼含量之多寡受成土母質、灌漑水質、淋溶時間之久暫及有機質含量等之影響，其中母質、灌漑水及有機質均爲土壤硼素之來源。

由表五可見臺東縣境之耕地土壤硼含量在 0.01—0.84 ppm 間，其中以紅壤及粘板岩老冲積土之硼含量最低，平均值分別爲 0.07 及 0.15 ppm，其硼含量低於 0.15 ppm 者佔調查點數之比率分別爲 87% 及 68%。粘板岩老冲積土中又以淺層之初鹿系（C1）及太麻里系（Tm）硼含量最低，平均含硼0.09及 0.13 ppm。而土層深且排水較差之豐樂系（Fl），均爲水田，則硼含量很高，平均含硼 0.39 ppm。前述之木瓜園中由水田轉作木瓜者其硼含量亦高（見表 3.），但此等水田土壤之有機質含量並不高，故推測係受灌漑水影響，因水田長期灌水，若水中含硼，則土壤硼含量自然較高。

粘板岩新冲積土平均含硼 0.21 ppm，其中以池上至關山沿線之土壤硼含量較高（表五中之 Js-I），平均 0.22 ppm，而武陵至利嘉沿線較低（Js-II），平均 0.16 ppm。兩者硼含量低於0.15ppm

表5. 臺東地區耕地土壤之理化性質與其熱水可溶性硼含量分布

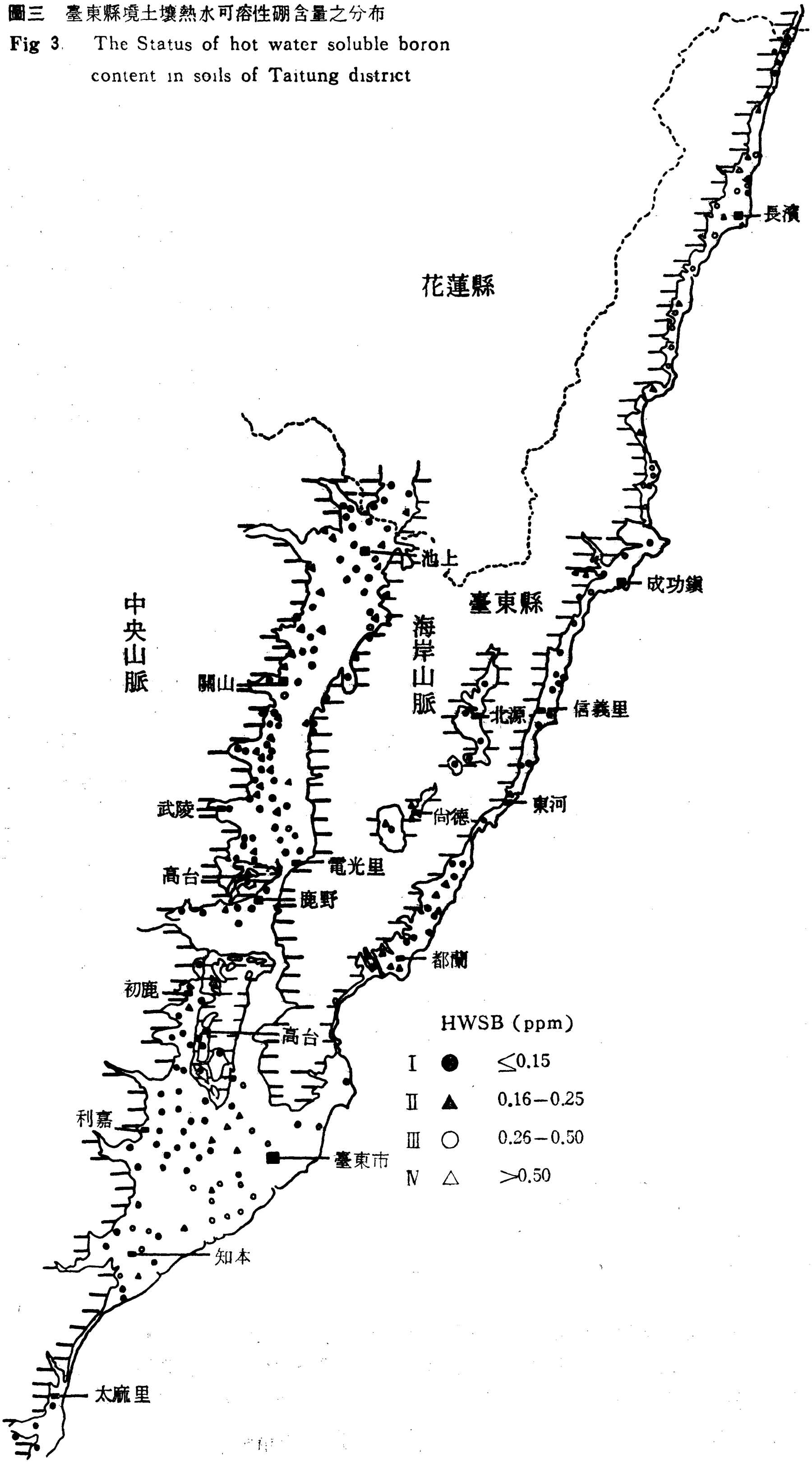
Table 5. The boron status and physicochemical properties of soils of the cultivated lands in Taitung district.

土類[a] Soil group	土系 Soil series	調查點數 No. of Sample	pH Range	pH Mean	質地分布[d] Texture distribution I	II	III[d]	有機質 O. M. % Range	Mean	土壤熱水可溶性硼含量分布 HWSB ppm Range	Mean	含量分布[e] Distribution I	II	III	IV	O. M. 與 HWSB 之相關係數 Correlation coefficient between O.M. & HWSB
紅壤 Latosol		15	4.0—5.9	4.8	2	12	1	1.00—4.16	2.50	0.02—0.22	0.07	13	2	0	0	0.1939
黃壤 Yellow soil		2	7.1—7.4	7.3	1	0	1	1.81—2.37	2.09	0.16—0.32	0.24	0	1	1	0	—
粘板岩新冲積土 Recent slate alluvial soil	Js-I	45	4.1—8.4	6.5	44	1	0	1.23—4.48	2.60	0.02—0.52	0.22	15	13	16	1	0.2763
	Js-II	30	4.4—8.5	6.5	26	4	0	0.88—4.40	2.45	0.02—0.45	0.16	16	7	7	0	— 0.0458
	其他土系	8	6.3—7.9	7.5	7	1	0	1.55—4.24	2.51	0.06—0.71	0.29	3	1	3	1	0.5674
	Total	83	4.1—8.5	6.6	77	6	0	0.88—4.48	2.54	0.02—0.71	0.21	34	21	26	1	
粘板岩老冲積土 Old slate alluvial soil	Cl	27	3.9—7.7	5.2	22	5	0	0.93—4.47	2.69	0.01—0.24	0.09	24	3	0	0	0.3997*
	Tm	10	4.5—7.7	6.1	9	1	0	0.92—3.50	2.31	0.02—0.31	0.13	7	1	2	0	0.1688
	Fl	8	5.5—8.1	6.4	8	0	0	1.32—3.97	2.92	0.22—0.66	0.39	0	1	5	2	0.5905
	其他土系	8	4.9—7.6	6.2	7	1	0	1.07—4.48	2.77	0.07—0.31	0.16	5	1	2	0	
	Total	53	3.9—8.1	5.7	46	7	0	0.92—4.48	2.63	0.01—0.66	0.15	36	6	9	2	0.1969
黑色土 Black soil	A[c] Sl	20	4.7—6.9	5.8	12	8	0	1.42— 5.53	3.00	0.06—0.38	0.17	9	9	2	0	0.7060**
	A[c] 其他土系	3	4.9—7.0	6.1	1	2	0	2.99— 4.02	3.43	0.07—0.34	0.23	1	0	2	0	—
	B Sl	17	4.9—7.4	6.1	8	6	3	3.29—13.30	5.75	0.12—0.62	0.36	1	3	10	3	0.0375
	B 其他土系	12	5.4—7.5	6.2	5	6	1	3.29— 9.62	5.85	0.14—0.59	0.34	1	2	8	1	— 0.1935
	Total	52	4.7—7.5	6.0	26	22	4	1.42—13.30	4.58	0.06—0.62	0.28	12	14	22	4	
東岸火成岩混合砂頁岩冲積土 Igneous rock & sandstone & shale alluvial soil	A[c]	11	4.9—8.3	6.0	7	3	1	0.75—3.50	2.28	0.04—0.38	0.16	7	0	4	0	0.4970
	B	11	4.9—7.2	5.9	2	7	2	2.74—5.72	3.92	0.20—0.56	0.35	0	3	7	1	0.3341
	C	8	4.4—7.2	6.0	3	4	1	2.35—4.01	2.98	0.04—0.84	0.35	2	1	4	1	0.8065**
	Total	30	4.4—8.3	6.0	12	14	4	0.75—5.72	3.07	0.04—0.84	0.28	9	4	15	2	

註：a：由陳春泉先生分類。
b：Js-I：表池上至關山間所採之瑞穗系土壤，Js-II：表武陵—利嘉—太麻里間所採之瑞穗系土壤。
c：A：都蘭—成功信義里間所採土壤，B：信義里—大港口間之土壤，C：池上—電光里間之土壤（海岸山脈西側）。
d：質地：I：SL、L、SiL, II：SCL、CL、SiCL, III：SiC、C。
e：HWSB含量：I：≦0.15 ppm, II：0.16—0.25 ppm, III：0.26—0.50 ppm, IV：>0.50 ppm

圖三 臺東縣境土壤熱水可溶性硼含量之分布

Fig 3. The Status of hot water soluble boron content in soils of Taitung district



者所占之比率分別爲33%及53%。造成此差異之原因未知。

上述紅壤、粘板岩老冲積土及粘板岩新冲積土之平均 pH 值依序爲4.8、5.7、及6.6，此亦顯示三類土壤受雨水淋溶時間之久暫。其平均有機質含量均在2.50—2.66%間，差異極爲，但平均硼含量則分別爲 0.07、0.15 及 0.21 ppm，顯示土壤受淋溶時間愈長，其硼含量愈低。

黑色土之有機質含量爲各土類中最高者，平均爲4.58%。東岸火成岩混合砂頁岩冲積土次之，平均3.07%，兩者之平均硼含量均爲 0.28 ppm。但兩類土壤之硼含量與有機質含量均有地域上之差別，即均以採自都蘭至成功信義里間之土壤硼含量與有機質含量顯著較低（黑色土 3.05% 及0.18ppm，另一類土壤爲 2.28% 及 0.16 ppm），而採自其他地區者含量較高。因海岸山脈之岩石成分甚爲複雜，因此造成此等差異之原因或爲母質或爲有機質含量不同所致，仍需探討。

將上述耕地土壤 233 個資料按硼含量≤0.15 ppm（●），0.16—0.25 ppm（▲），0.26—0.50 ppm（○），及>0.50 ppm（△）分級後標示於圖三。都蘭至長濱沿線以硼含量低於 0.25 ppm 者植木瓜可能缺硼，其餘各地則以低於 0.15 ppm 者可能缺硼。因此由圖中可見臺東縣以武陵至利嘉至太麻里間、都蘭至成功信義里間、以及長濱至樟原間植木瓜將易缺硼。

由表6.坡地土壤之硼含量來看，以片岩及粘板岩（或混有千枚岩）及砂岩母質者含量最低，而泥岩及火成岩母質者硼含量較高，石灰岩母質土壤之平均硼含量雖最高，但其有機質與硼含量之相關高達0.9309，顯示其硼素來源主要爲有機質。

表6. 花蓮及臺東地區山坡地土壤之熱水可溶性硼含量與其母質、有機質含量之關係

Table 6. The hot water soluble boron contents in soils of the hillside lands in Hualien and Taitung area with relation to its parent material and organic matter content

土壤母質 Parent material [a]	調查點數 No. of sample	pH		質地分布 Texture Distriabution [b]			O. M. %		土壤熱水可溶性硼含量 HWSB						O. M. 與 HWSB 之相關 Corrlation coefficient between O. M. & HWSB
									ppm		含量分布 Distribution [c]				
		Range	Mean	I	II	III	Range	Mean	Range	Mean	I	II	III	IV	
火成岩 Igneous rock	10	5.0—7.7	5.9	5	4	1	1.79—11.56	4.91	0.10—0.56	0.28	2	3	4	1	0.3822
砂岩 Sandstone	7	4.8—7.9	5.8	2	5	0	1.36— 4.57	2.98	0.12—0.27	0.20	2	3	2	0	− 0.0885
泥岩 Mudstone	9	5.1—8.2	6.0	3	5	1	0.83— 5.69	3.37	0.16—0.52	0.26	0	6	2	1	0.3694
石灰岩 Limestone	9	4.3—7.6	6.0	8	1	0	2.24— 6.98	3.98	0.10—0.80	0.32	2	3	2	2	0.9309**
粘板岩（+千枚岩）（Slate+phyllite）	20	4.2—6.8	5.1	18	2	0	1.73— 6.25	3.73	0.02—0.32	0.14	13	5	2	0	0.7668**
片岩 Shist	24	3.9—7.3	5.0	18	2	4	0.77—10.85	4.24	0.01—0.35	0.16	13	6	5	0	0.7479**

a：由王明果教授分類，並提供樣品。

b：質地 I：SL、L、SiL, II：SCL、CL、SiCL, III：SiC、C。

c：HWSB：I：≤0.15, II：0.16—0.25, III：0.26—0.50, IV：>0.50ppm。

表3.可見表土之有機質含量高於底土，而 HWSB 含量亦如是。而由表 3、5、6 可見成土母質硼含量低者如片岩和粘板岩，其土壤 HWSB 含量與有機質間之相關常較顯著，顯示此等土壤硼含量高低係受有機質含量所支配。而火成岩母質之土壤則硼含量與有機質含量間之相關很低，而其母岩成分複雜，顯示此等土壤中硼含量多寡或受母質種類之影響。

參考文獻

1. 王德男、張國貝、周閔・1975・木瓜缺硼症之發現及防治方法之研究中華農業研究 24 (No. 3, 4) : 43-53.
2. 王德男・1979・"木瓜植株無機營養之研究"國科會第十六屆科學與技術人員國內進修研究報告 pp65.
3. 林家棻編印・1981・"作物需肥診斷技術"農試所特刊 No. 13 pp. 198.
4. 曾銘君・1966・東部地區鳳梨缺硼之初步調查，轉摘自 "N. R. Su 1975 Micronutrient problems in pineappels・ASPAC Extention Bulletin No. 51".
5. 楊滔慈・1960・臺灣土壤可溶性硼素含量之研究 糖試所研究彙報 No. 21 : 1-16.
6. 楊滔慈・1960・甜菜需硼量研究 糖試所研究彙報21 : 17—26
7. 陳春泉・1979・花蓮、臺東縣土壤調查報告 農試所報告 No. 36 pp. 115
8. Jackson, M. L. 1962・"Soil Chemical Analysis" 3rd Ed. Prentice-Hall INC., USA.
9. Mengel, D. K. and E. A. Kirkby・1978・Boron. in"Principles of Plant Nutriton" Chap. 18 : 483-491 Internatinoal Potash Institute
10. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock & K. A. Gomez・1972・"Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice" 2nd ed. IRRI

The Diagnostic Criteria of Boron Deficiency in Papaya and the Soil Boron Status of Taitung Area

S. S. Chang, N. H. Hu, C. C. Chen, and T. F. Chiu

Summary

Papaya fruits with rugged surface and latex secretion occurred commonly in Taitung area. The symptom was observed primaryly in western Taiwan in 1975 and had been proved to be boron deficiency, but its diagnostic technique was not established then. The purpose of this study was attempted to find out the diagnostic criteria, including soil and leaf analyses to pinpoint papaya's boron need and the relationship between boron status and soil categories of Taitung area.

The leaf sampling method for diagnosis was studied. The 10th leaf blade (without petiole) from the 1st leaf (recently matured leaf, its blade had just fully developed and with brownish color on petiole) was chosen as the sample since it can effectively reflect the variation of boron content amoung different orchards. The boron content of the 10 th leaf blade of papaya tree with deformed fruits was always lower than 20 ppm, while that of the normal tree was generally 25-155ppm.

The critical level of soil hot water soluble boron (HWSB) concerning with the boron deficiency of papaya was found to be 0.28 ppm for soils classified as black soil (derived from igneous rock and rich in organic matter) and 0.15 ppm for other groups of soils. The difference may be due to the higher organic matter content found in black soil. This needs further experiment to verify.

The level of HWSB is affected by kinds of parent material, organic matter content, duration of leaching and irrigation water. The HWSB content of the cultivated lands of Taitung area ranged from 0.01 to 0.84ppm. The boron content of soils classified as latosol was the lowest (mean value: 0.07 ppm), old slate alluvial soil was the next (0.15 ppm), then recent slate alluvial(0.21 ppm), and that of black soil was the highest (0.28 ppm). The old slate alluvial soil of upland with shallow soil depth and rain-fed only had lower content of HWSB (0.09 ppm) than that of the paddy with deep soil depth and ill drainage (0.39 ppm). The higher HWSB found in the latter was thought to be due to the boron contained in irrigation water. Boron deficiency of papaya occurred commonly in latosol and old slate alluvial soil of upland condition.

The hillside lands of eastern Taiwan derived from slate and shist also had lower HWSB content than those derived from mudstone and igneous rock. The organic matter content of surface soil was higher than that of subsoil. It is the same with HWSB. The correlation coefficient between organic matter and HWSB content was significant for soils derived from slate and shist and insignificant for soils derived from mudstone and igneous rock.

---

1. Contribution No. 1103 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Soil Scientist (TARI), Research Assistant (Taitung. DAIS), Soil Scientist (hTARI) and Director (TTDS) Taiwan, R. O. C.

中華農業研究（Jour. agric. Res. China）32(3)：253～258（1983）

大豆不同品種根瘤菌固氮能力與產量間關係之研究[1]

林 錫 錦[2]

摘要：測定七個大豆不同品種之根瘤菌固氮率的差異及其固氮率與產量間之關係。試驗結果顯示七個不同品種之大豆其固氮率及產量均有顯著的差異。固氮率以十石最高，臺農４號及高雄３號最低。70年秋作產量以高雄３號及高雄８號最高，十石及中興３號最低，但是71年春作產量則以高雄８號及和歌島最高，百美豆及十石最低。各品種的固氮率均以 V_8-R_1 期最高。大豆的產量和其固氮率的大小未有絕對的關係存在。由大豆的根部分離篩選得到24菌株的優良大豆根瘤菌。

在適合的生長環境下，一般作物產量的提高，常有賴於氮素的充分供給，以大豆而言，其生長所需之絕大部分氮素是來自於根瘤菌自空氣中所固定者（１，２，５，７），據Sinclair 及 Wit 等人的報導（13，14），大豆光合作用的能力及其供給作物進行氮素同化作用的能力常決定著大豆的產量。大豆所同化的氮素來源不外乎是存在土壤中的肥料及共生根瘤菌所固定的氮素，而豆科作物產量和其根瘤固氮能力之間可能會有某種特殊關係的存在（３，12，16，18）。因此針對今後大豆的栽培及產量的提高，瞭解不同大豆品種之固氮能力及其和大豆產量之間的關係乃屬相當重要的工作。另外優良根瘤菌的篩選，提供農民優良的接種原以提高產量亦屬相當重要之課題。

材料與方法

一、供試材料：

（一）供試品種計有推廣中的中興３號、高雄３號、臺農４號、高雄８號、十石、百美豆及和歌島七個品種。

（二）供試土壤爲本所農場田土、PH5.7、總含氮量0.11%。

二、試驗方法：

（一）田間試驗：於農業試驗所農場進行。

1.大豆種植：70年秋作及71年春作。

2.施肥法：分施用 N-P_2O_5-K_2O＝30-60-40 kg/ha 及施用 P_2O_5-K_2O＝60-40 kg/ha。氮肥用硫酸銨，磷肥用過磷酸鈣，鉀肥用氯化鉀，肥料均以基肥施用。

3.種植法：①每小區面積９平方公尺。

②行株距爲 45×15 cm，每小區９行。

4.田間設計：每個大豆品種各４個重覆，共56小區，以裂區設計法進行試驗。施氮肥與否爲主試區，品種爲副試區。

（二）室內試驗：

1.大豆根瘤固氮能力的測定：

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1107號，本文受行政院農發會固氮重點研究計畫補助，謹此致謝。

2.本所農化系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

（1）分別於大豆生長期、開花期、結莢、成熟期〔V_5, V_8-R_1, R_3 及 R_5 等期（8）〕等適當的時間，至田間採取作物根瘤測定其固氮活性。（2）根瘤固氮活性測定的方法：以乙炔還原法測定之（9），每個樣品採取兩株的大豆根瘤洗淨，置於業經殺菌50 mℓ 的三角瓶中，套以殺過菌之瓶塞，抽出 5 mℓ 的空氣，並打入 5 mℓ 之乙炔，於 26 °C 下孵育30分鐘，然後以針筒抽取 1 mℓ 之混合氣體，打入氣層分析儀中，測定生成乙烯量，並換算成固氮酵素之固氮活性（μ mole N_2 fixed/g fresh nodule/hr.）。

2.强力固氮根瘤菌之選拔：（根瘤部份採自試驗地，部份採自雲林、屏東）

（1）取固氮能力强的根瘤，以酒精洗過後，浸於 0.1%之酸性昇汞水中 3～4 分鐘，再以無菌水洗淸 5～6 次。

（2）將根瘤於培養皿上打碎，取其汁液於 Yeast-mannitol agar 上進行劃線分離並加以純化。

（3）此分離出來的根瘤菌，再以大豆幼苗接種試驗法確定其根瘤形成及固氮的能力。

結果與討論

一、不同品種大豆產量及其和施肥與否之關係：

由表1.及表2.結果顯示不同大豆品種之產量有顯著的差異，其中70年秋作高雄3號及高雄8號產量最高，而十石最低。71年春作產量以高雄8號及和歌島最高，百美豆及十石最低。另外，每公頃施用N 30 kg/ha 的硫銨對大豆產量並無影響（由變方分析的結果，施氮與否其產量在5%水準不顯著，表1.及表2.），早在 1966 年 Weber（15）就曾報導，生長根瘤之大豆品系，施用氮肥時並未能增加的大豆產量，而 Welch 等人在1973年的報告中亦有類似的結果。施用氮肥會減少大豆進行生物性固氮的總量，然而是否會因此而影響大豆的產量則並不一定。在本實驗中，施氮肥不能增加大豆的產量，可能爲下列因子所致即（1）在含氮素少的土壤中（全氮含量 0.11%），所施用的硫銨基肥，極可能會因土壤微生物固氮作用的進行，而變成無效態或緩效態者，使大豆植株可利用的氮素減少。（2）施肥與否，大豆根瘤數的差異雖不顯著，然而施氮肥處理的大豆植株其根上根瘤數目，除了十石之外，均有減少的趨勢（如表3），根瘤數的減少所造成固氮總量的降低，亦可能是減少大豆可利用氮素的原因。

表1. 70年秋作不同品種大豆之產量

品種	產量 (kg/ha)
高雄3號	1,854a*
高雄8號	1,738a
和歌島	1,522b
百美豆	1,410b
臺農4號	1,380b
中興3號	1,362bc
十石	1,170c

*由鄧肯氏新多重變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。

表2. 71年春作不同品種大豆之產量

品種	產量（kg/ha）
高雄8號	1,615a*
和歌島	1,420ab
中興3號	1,315bc
高雄3號	1,175bc
臺農4號	1,095c
十石	1,045cd
百美豆	825d

*由鄧肯氏新多重變域分析，若英文字母相同者在5％水準不顯著。

表3. 不同大豆品種根瘤數*

品種	根瘤數／每株			
	70年秋作		71年春作	
	不施氮肥	施用氮肥	不施氮肥	施用氮肥
臺農4號	23.9	10.8	24.1	14.8
高雄8號	14.4	11.1	13.5	11.6
中興3號	14.1	11.9	12.8	12.8
和歌島	13.5	9.1	18.9	10.5
高雄3號	12.3	10.7	15.1	13.1
百美豆	10.7	9.3	12.4	11.3
十石	9.0	10.2	14.5	12.4
L. S. D.	氮肥5％		氮肥5％	
	品種5％	4.03	品種5％	4.89

*R_5 期根瘤數

二、不同品種大豆根瘤固氮能力及其和施肥與否之關係：

由表4統計結果顯示，在四個不同時間根瘤固氮能力中施用 N 30 kg/ha 之氮肥與否並沒有顯著的差異。然而不同品種根瘤之固氮能力卻有極顯著的差異，在供試的七個大豆品種中，十石及和歌島一直都有較高的固氮活性。臺農4號及高雄 3 號之固氮活性最低。根據 Brockwell and Hely 在1966年的報導（3），根瘤固氮的能力是根瘤菌和寄主之間相互作用的結果，另外土壤之氧氣供給情形，水分多寡，Mo. S. Cu 之含量以及植物本身光合作用供給氮素同化的能力也都是影響根瘤固氮能力的因子（4，6，10，11，13）。由於本實驗栽種大豆之土壤性質並無甚大差異，因此十石及和歌島之高固氮能力可能是土壤中所存在的根瘤菌和此兩大豆品種有比較親近的親和力之故。由表4所示，七個大豆品種之根瘤菌固氮能力均以 V_8-R_1 stage 最高，這可能是因為此時根瘤發育完全，且屬年青時期，而且此時大豆主要葉子都已長出，能有效地進行光合作用，供給根瘤中之根瘤菌固氮時所需之營養及 NH_3 進一步的同化作用。

表4. 不同品種大豆固氮活性 (μ mole N_2/g fresh nodule/hr)

大豆品種	70年秋作				71年春作			
	V5	V_8-R_1	R_3	R_5	V5	V_8-R_1	R_3	R_5
十石	1.16a*	2.13a*	1.18a*	1.41a*	1.22a*	2.25a*	1.21a*	1.40a*
和歌島	1.22a	2.09a	1.21a	0.36b	1.03ab	1.64b	1.18a	0.49b
中興3號	1.04a	1.48b	1.06a	0.45b	0.98ab	0.56de	1.06a	0.45bc
百美豆	0.80ab	1.21bc	0.78b	0.22c	0.79bc	0.30e	0.78a	0.22cde
高雄8號	0.62bc	1.39b	1.01a	0.29c	0.62cd	1.06c	1.01b	0.29bcd
高雄3號	0.48c	0.97cd	0.42c	0.15cd	0.48cd	0.90cd	0.42c	0.15de
臺農4號	0.42c	0.85d	0.28c	0.04d	0.53d	0.90cd	0.28c	0.04e

*由鄧肯氏新多重變域分析，若在同一行中英文字母相同者在5％水準不顯著。

三、不同品種大豆產量差異原因之探討：

一般而言，決定不同品種大豆產量的原因，最主要者還是作物氮素同化的能力及其本身光合作用的能力。綜合表1、表2及表4的結果，似乎大豆產量和其固氮活性的大小沒有直接關係存在。以十石而言，其固氮活性雖然在整個生長期中都是七個供試品種中最高者，但是其產量却是最低者（表1）或次低者（表2）而低固氮活性的高雄3號及高雄8號却有最高的產量（表2）。由此可以推知不同大豆品種間固氮活性的差異，並非惟一影響大豆產量的唯一因子，大豆所擁有的其他特性對其產量亦可能具有決定性，例如十石，其產量低的原因就可能是因爲植株矮小（如表5），可能直接或間接減少大豆進行光合作用的面積，根瘤數目少（如表6）且生長期短所致。十石較其他品種早熟，其根瘤數目較少，雖然生長期各測定期其固氮活性均較高，然而全部生長期總固定的氮量恐怕不比其他品種高。傳統及文獻上均以每小時每克根瘤的固氮量來表示大豆的固氮能力，此點以後的實驗應當改進。應該以（1）生長期不同時期之每小時每株大豆的總根瘤固氮量來計算表示（白天與夜晚又須分開計算），然後再換算爲整個生長期每公頃之固氮量（譬如一公頃約有40萬株大豆來計算）（2）以全部生長期的總固氮量來計算才較合理，因爲有的品種早熟，有的中熟、有的晚熟，其生長期所固定的總氮量就有差異。因爲以每克根瘤每小時的固氮活性未能計算全部生長期的總固氮量，因此也就未能計算固氮總量與產量間的相關係數。此點以後試驗應加以改進。另外不同品種對不同季節的適應性也可能影響產量，例如在70年秋作百美豆之產量居於七個品種之當中，可是在71年春作其產量則爲最低者。

表5. 不同品種大豆株高（70年秋作）

大豆品種	株高[a]（cm）
百美豆	52.3a*
和歌島	43.4b
臺農4號	41.5bc
高雄3號	40.0bc
高雄8號	36.5cd
中興3號	33.7d
十石	27.4e

a 收穫時之株高

* 由鄧肯氏新多重變域分析，若英文字母相同者在5％水準不顯著。

表6. 不同大豆品種根瘤數[a]

大豆品種	根瘤數／每株	
	70年秋作	71年春作
臺農4號	17.4a*	19.4a*
中興3號	13.0b	13.8b
高雄8號	12.8b	12.6b
高雄3號	11.5b	14.1b
和歌島	11.3b	13.2b
百美豆	10.0b	11.8b
十石	9.6b	13.4b

a R_5 期根瘤數

* 由鄧肯氏新多重變域分析，若在同一行中英文字母相同者在5%水準不顯著。

四、由本試驗，從大豆根部分離得到一些大豆根瘤菌，再以大豆幼苗接種確定有根瘤形成者共有24菌株。

參考文獻：

1. Balappa, K. Pugashetti and George H. Wagner. 1979. Interactions of *Rhizobium japonicum* strains in soybean nodules and their contribution to N_2-fixation. Plant and Soil 53, 463-475.
2. Bergersen, F. J. (1971). Biochemistry of symbiotic nitrogen fixation in legumes. Ann Rev. Pl Physiol., 22 : 121-140.
3. Brockwell, J., and Hely, F. W. (1966). Symbiotic characteristic of *Rhizobium meliloti* : an appraisal of the systematic treatment of nodulation and nitrogen fixaiton. Interactions between hosts and rhizobia and diverse origin. Aust. J. Agri Res., 17 : 885-899.
4. Ching, T-M., Hedtke, S., Russel, S. A., and Evans, H. J. (1975)Energy state and dinitrogen fixation in soybean nodules of dark-grown plants. Pl Physiol., 55 : 796-798.
5. Date, R. A. 1975. The development and use of legumes inoculants. In Biological N_2-fixation in Farming Systems of the Tropics (Edited by A. Ayanaba and P. J. Dart) pp. 169-180.
6. Evans, H. J., and Russell, S. A. (1971) Physiological Chemistry of symbiotic nitrogen fixation by legumes. In the Chemistry and Biochemistry of Nitrogen Fixation, edited by J. R. Postgate.
7. Ezedinma, F. C. C., N. N. Agbin and S. S. C. Onyekweli. 1979. The contribution of symbiotic nitrogen-fixation to the nitrogen economy of natural ecosystems. Plant and Soil 51, 503-513. pp. 191-244 Plenum press, London and New York.
8. Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T., and Pennington, J. S. (1971). Stages of development descriptions for soybeans, Glycine Max (L.) Merrill. Crop Sci. 2 : 928-931.
9. Hardy, R. W. F., Holsten, R. D., Jackson, E. K., and Burns, R. C. (1968) The acetylene-ethylene assay for N_2-fixation : Laboratory and field evaluation. Plant Physiol., 43. 1185-1207.
10. Huang, C-Y., Boyer, J. S., and Vanderhoef, L. N. (1975a). Acetylene reduction (nitrogen fixation) and metabolic activities of soybean having low water potentials. Pl. Physiol., 56 : 222-227.
11. Huang, C-Y., Boyer, J. S., and Vanderhoef, L. N. (1975b) Limitation of acetylene reduction (nitrogen fixation) by photosynthesis in soybean having low water potentials. Pl. Physiol., 56 : 228-232.

12. Law, I. J. and Strijdom, B. W. 1977. Some observations on plant lectins and Rhizobium specifity. Soil Biol. Biochem., 9. 79-84. 13. Minchin, F. R., and Pate, J. S. (1973). The carbon balance of a legume and the functional economy of its root nodules. J. Exp. Bot., 24, 259-271.
14. Sinclair, T. R. and C. T. de Wit. (1976). Analysis oj the carbon and nitrogen limitations to soybean yield. Agron. J. 68 : 319-324.
15. Weber, C. R. (166). Nodulating and nonudulating soybean lines : II Response to applied nitrogen and modified conditions. Agron. J. 58 : 46-49.
16. Van Egerat, A. W. S. M. 1975. The growth of *Rhizobium leguminosarum* on the root surface and in the rhizosphere of pea seedlings in relation to root exudates. Pl. Soil, 42, 367-379.
17. Vincent J. M. 1970. A manual for the practical study of the root nodule bacteria. International Biological Programme. 1970. Burges and son Ltd, Berkshire, England.
18. Winarno, R., and T. A. Lie. 1979. Competition between Rhizobium strains in nodule formation : Interactions between nodulating and non-nodulating strains. Pl. Soil 51, 135-142.

Studies of the Relationship Between the N_2-fixation Activity of *Rhizobia* and the Yield of Different Soybean Varieties[1]

Chyi-Jiin Lin[2]

Summary

This experiment was conducted to study the difference in N_2-fixation rate among 7 soybean varieties and its effect on soybean yield. The N_2-fixation rate and yield varied among 7 soybean varieties. In general, the highest N_2-fixation rates were recorded in cv. Shih-shih and the lowest in cvs. Tainung No. 4 and Kaohsiung No. 3. The highest yield was obtained in cvs. Kaoshiung No. 3 and Kaoshiung No. 8 and the lowest in cvs. Shih-shih and Chung-Hsing No. 3 in the fall crop of 1981. However, in the spring crop of 1982, the highest and lowest yield were observed in Kaoshiung No. 8 and Wakasim a, Shih-shih and palmetto, respectively. The highest N_2-fixation rate was recorded at V_8-R_1 stage during the soybean growth of all varieties. No relationship was observed between N_2-fixation rate and yield. The application of N30 kg/ha did not significantly inhibit the N_2-fixation rate at any of the soybean growth stages. Twenty-four isolates of high N_2-fixing Rhizobium were obtained from soybean roots in this study.

1. Contrilution No. 1107 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by CAPD, Taiwan, ROC.
2. Senior Microbiologist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Taichung Hsien , Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(3): 259~269 (1983)

菜豆抗銹病篩選及銹病菌之生理小種[1]

葉 忠 川[2]

摘要：從美國農部（USDA）、國際熱帶農業中心（CITA）及臺中區農業改良場等處共收集153個菜豆（*Phaseolus vulgaris* L.）品系，經過二年三季之田間抗銹病篩選，發現抗病型（R）有 Nep-2 等 85 個品系，中抗（MR）有 Compuesto Negro Chimaltenango 等16個品系，中感型（MS）有 Veracruz 1-A-6 等10個品系，感病型（S）有 U. S. 3 等 42 個品系，對銹病之反應乃依據單葉及複葉上病斑大小之等級而定一 1 級爲免疫型（I），無病徵出現；2 級爲抗病型（R），呈現過敏性反應之細斑，但不產生夏孢子堆；3 級爲中抗型（MR）病斑之直徑小於 300 μm；4 級爲中感型（MS），病斑之直徑介於 300 與 500 μm 之間；5 級爲感數型（S）；病斑大於 500 μm。從 USDA 及 CIAT 得到之抗病品系雖然其園藝性狀不能直接做爲本地生產嫩莢之品種，但因其抗病性較穩定，又有些品系十分早熟，可做爲育種材料。從農試所、種苗場、屛東、臺東及花蓮等地所採集之菜豆銹病菌，經過在 U. S. 3, 181, 643, 111, 765, 780, 814 及 GGW 等判別品種之單葉上表皮測定之結果，再經過與已經報告之生理小種的反應相比，發現臺灣之菜豆銹病菌有15個生理小種，農試所有 6、7、18及24等 4 個生理小種，種苗場有 5、6、9、11、15、19等 6 個生理小種，屛東有14、15、18、23、24、25、26、33等 8 個生理小種，臺東有14、18、23、26等 4 個生理小種，花蓮有18及22等 2 個生理小種。同一地點所採集之夏孢子接種在同一品種上常出現有二種或二種以上大小不同之病斑。

菜豆（*Phaseolus vulgaris* L.），俗名四季豆、敏豆（臺灣）、隱元豆（日本）、雲豆、花雲豆、白雲豆、雲藕豆等，英名有 Common bean, Snap bean, French bean, Kidney bean, Navy bean, String bean, Field bean, Common haricot bean等 (20)，含有豐富之蛋白質、礦物質及維生素等，嫩夾除鮮食外亦可冷凍外銷，爲本省重要的豆類蔬菜之一。本省每年栽培面積超過四千公頃，多集中在中、南部之春秋作，夏季在高冷地區亦有零星栽培，年產五萬公噸以上 (20)。

銹病 (rust) 是菜豆主要的病害之一，它遍佈世界菜豆產區(3)，尤其在熱帶及亞熱帶一年之中菜豆種植期長，發病更爲嚴重，臺灣自不例外。本病在哥倫比亞曾報告有25%之減產(1)，澳洲竟高達50至75%(10)，本省則未有報導，但目前之栽培品種均十分感病。本病主要發生在葉部，影響也最大，但葉柄及豆莢亦均可被感染，如果葉片被嚴重感染則提早落葉，豆莢被危害則失去商品價值，本省目前只靠藥劑防治，如不施藥則銹病幾乎成爲生產之限制因子，過度的施用農藥，不但有殘留毒性之慮，又增加生產成本，實非上策亦非治本之道。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1108號。本研究部份經費由農發會補助(72農建—2.2—產—104)。Dr. J. R. Stavely（美國農部），Dr. M. A. Pastor-Corrales（國際熱業農業中心 CITA）及郭俊毅股長（臺中區農業改良場）提供抗銹病篩選之材料及生理小種之判別品種。抗病篩選承園藝系蕭吉雄博士及張有明先生協助整地與種植，植病系周立領與陳芬蘭小姐協助部份實驗工作謹此一併誌謝。
2. 本所植物病理系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

菜豆銹病是由植物銹菌目（Uredinales)中之 *Uromyces phaseali* (Pers.) Wint. var. *typica* Arth. 所引起⑿，此病原菌之生理小種（physiological race）本省在過去沒有人研究，但在美國已經報告有35個生理小種（9，11，13，16，17，24，30，35），夏威夷有 2 個㉗，墨西哥有31個⑸，巴西之 Minas Gerais 地區有 26 個㉕，巴西之 Rio Grand dol Sol 地區有 16個⑵，哥斯達黎加有 11 個⑷，東非洲有 8 個（18，23），澳洲有 22 個（3、26、32），紐西蘭有 4 個㉞，荷蘭有 2 個㉑，但是要比較這些生理小種之異同則有困難，因爲學者沒有採用一致之判別品種（differntial varieties)，直到最近才逐漸統一（2—5，9，11，16—19，24—30、32，35），雖然本病菌有許多生理小種，採用抗病品種仍然是最經濟且最有效之方法，世界各菜豆產區也普遍採用。

本研究之目的，㈠鑑定本省菜豆銹病菌之生理小種，以供抗病育種之指標。㈡自國內外收集菜豆種源並測定在本省對銹病之抵抗性，以供栽培或做爲抗病育種之材料。

材料與方法

一、供試材料：1981年 6 月28日自美國農部 Dr. J. R. Stavely 獲得25個品系—

Apollo, Aurora, A×S 37, B 190, Bountiful 181, Brown Beauty, CCGB 44, California Small White 643, Compuesto Negro Chimaltenago , Epicure, Golden Gate Wax, IBRN 95 B, Kentucky Wonder 765, Kentucky Wonder 780, Kentucky Wonder 814, MWHR, Nep 2, Olathe Pinto, Pinto 111, Pinto Serrano, Redlands Green Leaf, Redlands Green Leaf C, Romono Pole, Veracruz 1-A-6, U. S. 3.

1981 年 8 月 1 日自位於南美洲哥倫比亞之國際熱帶農業中心（CIAT）Dr. M. A. Pastor-Corrales 處獲得國際菜豆銹病圃（International Bean Rust Nursery, IBRN）種子一套共 100個品系，但有12個（有*者）與來自美國農部者相同—

Aguascalients 13, Bountiful 181*, Brown Beauty*, Compuesto Chimaltenango 2, Compuesto Chimaltenango 3, California Small White 643*, Canario 101, Carioca, CCGB 44*, Cocacho, Cornell 49242, Cuva 168-N, Cuilapa 72-1, Ecuador 299, Epicure*, Guerrero 6, Guerrero 9, Golden Gate Wax*, Guanajuato 10-A-5-, Jalisco 33, Kentucky Wonder 765*, Kentucky Wonder 780*, Kentucky Wonder 814*, Mexico 6, Mexico 12, Mexico 235, Mexico 309, Mulatinho-A, Negro 150, Negro Jalpatagua 72, Olathe, Ormiston, Parana, Pinto 650, Puerto Rico 5, Redlands Autum Crop, Redlands Green Leaf B, Redlands Green Leaf C*, Redlands Pioneer, Turrialba 1, Turrialba 4, U. S. 3*, Veracruz 1-A-6*, Veracruz 10, A-62, A-63, A-74, A-140, A-155, A-161, A-167, A-176, BAC 41, BAC 44, BAC 58, BAC 77, BAT 41, BAT 48-1C, BAT 66-1C, BAT 73-1C, BAT 76-1C, BAT 89-1C, BAT 93-1C, BAT 153-1C, BAT 248-1C, BAT 256-1C, BAT 260-2C, BAT 261-1C, BAT 308-1C, BAT 332-1C, BAT 336-1C, BAT 337-1C-1C, BAT 338-1C, BAT 347-1C, BAT 429-1C, BAT 447-1C, BAT 448-1C, BAT 482-1C-1C, BAT 520-1C, BAT 867-1-1C, BAT 923-1C-1C, BAT 1057-1C-1C, BAT 1061-1C-1C, BAT 1090-1C-1C, BAT 1102, BAT 1127-1C-1C, BAT 1155, BAT 1210 BAT 1211, DOR 62, EMP 9-1C, G 1089-1C-C, ICA-L 22, ICA-L24, IPA 74/19, PER 257, 2 W-33-2 (Mita), 51051, 6383 (Mita), V 3249-13-1C.

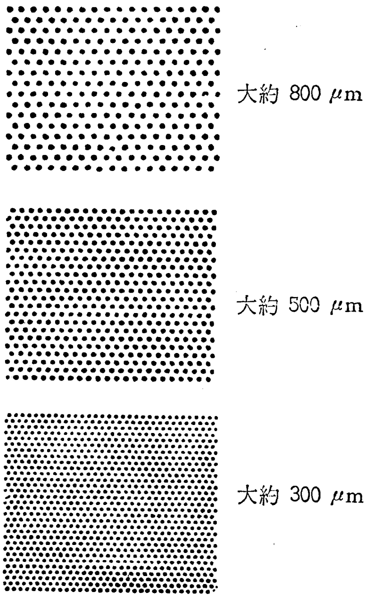
1981年 8 月，自臺中區農業改良場郭俊毅股長獲得37個品系—中系 1 號至37號。本地感病對照品種—五寸、六寸、七寸則購自種子行。

二、抗病篩選：

1.種植與管理—採用國際菜豆銹病圃（IBRN）之田間設計圖，於 1981年10月13日，1982年 3 月 5 日及1982年 9 月23日，分別將供試品種種植在本所研究農場，試區分成二小區（二重複），每一小

區內每一品系種1.5米長，行距75至80公分，株距 10 公分，每穴播兩個種子，試區外圍（包括試區兩邊各兩行及兩端各三至五米長之範圍）及試區內每隔10行種兩行混合之本地種（五寸、六寸、七寸）做爲保護行（spread rows），播種時先將 3 %好年多粒劑（Carbofuran, 2, 3-Dihydr 0, 2, 2-dimethyl-7-banzofuranyl-methylcarbamate, 40 kg/ha）條施在種植溝內以防治豆潛蠅之危害，然後再以稀釋 750 倍之 75% 五氯硝苯（PCNB, Pentachoronitrobenzene）澆淋以防止菌核病之危害，最後才播種及覆土。如生長不良則酌量施予化學肥料。本地種及蔓性品系在種植後二週即開始以竹支立架以防止倒伏，其他管理則依一般農民所採用之方法，如遇有昆蟲或紅蜘蛛爲害時則施用殺蟲劑及殺蟎劑來防治，過份乾燥時即予以灌水，中耕除草等也一樣。播種後21天在下午傍晚時分，保護行以採自田間之菜豆銹病菌之孢子懸浮液（20,000 個夏孢子／ml 並含 0.01% 之展着劑 Tween 80）以背囊氏噴霧器行噴霧接種使其發病。

2.發病調查一播種後40至45天，採用Davison 及Vaughan (6)氏之方法調查每個品系之發病等級，1級爲免疫型(Immune)，無病徵出現；2級爲抵抗型（Resistant），僅可見過敏性壞死細斑而不形成夏孢子堆及夏孢子；3級爲中抗型（Moderately resistant），有夏孢子堆之形成並有產孢，但病斑小於300μm；4級爲中感型(Moderately susceptible)，病斑大小介於 300 與 500μm之間；5級爲感病型（Susceptible），病斑大於 500 μm 周圍並常有壞疽之暈環。調查時可參照圖一病斑之大小比較記錄。



圖一：菜豆銹病病斑等級標準（根據Davison & Vaughan (6)）
Fig. 1. Bean rust grading scale (aftes Davison & Vanghan (6))

三、生理小種之鑑定：

1.判別品種之選擇一判別品種爲美國農部 Dr. J. R. Stavely 所提供，包括 U. S. 3, Bountiful 181（簡稱181）：California Small White 643（簡稱 643），Kentucky Wonder 765（簡稱765），Kentucky Wonder 780（簡稱 780）Kentucky Wonder 814（簡稱 814），Pinto 111（簡稱 111）（代替前人研究報告中之 Pinto 650，因爲對銹病之反應完全相同，而且沒有分離之現象）Golden Gate Wax（簡稱 GGW）等，均爲目前世界上研究菜豆銹病菌之生理小種通用之判別品種。將種子種在含有消毒砂質壤土之盆缽（5吋）內，每盆五株置於溫室備用。

2.病原菌之採集與接種一病原菌之採集地點包括農林廳種苗繁殖場、農試所，屏東、臺東及花蓮等，從上述地點採得之菜豆銹病病葉，先以自來水將表面老舊之夏孢子洗去後放置在實驗室內之桌上使其陰乾約 30至 60分鐘，將表面已無水分之病葉放入乾淨密封之透明塑膠袋內，在室溫(20～30 °C) 或 25 °C 之恆溫箱內經過24至48小時便會有新鮮之夏孢子產生。接種時模仿 Davison & Vaughan (6) 氏所設立之方法，將新生成之夏孢子製成孢子懸浮液（2×10^4個孢子/ml 並含0.01%之展着劑 Tween 80）以無菌軟毛毛筆沾孢子懸浮液塗抹在株齡一週之判別品種之單葉的上表皮直到表面潤濕爲止，接種後之植株套以透明之塑膠袋，然後放在夜溫 18 °C 及日溫 24 °C 之生長箱內（Conviron S-10 h 型或 E-15 型，上午 1 時至下午八時全光照射，其餘十二小時爲黑暗）經過18小時後取去塑膠袋，每個菌株每個品種接三盆，試驗重複三次，接種後二週摘取單葉，將上表皮之夏孢子堆上面之夏剖子以軟毛毛筆輕輕刷去，然後在解剖顯微鏡下以測微尺(micrometer) 實際量取病斑之大小並按

前述之方法(6)記錄其病斑之等級，每個病葉量取10個病斑。

3.生理小種之判定—表 1 所列爲每個生理小種在判別品種上之反應，將本省各地之菜豆銹菌在判別品種上之反應與之相比即可知各地所存在之生理小種。

表 1、菜豆銹病菌之生理小種在鑑別品種上之發病等級

Table 1. Reaction of the 35 reported physiological races of *Uromyces phaseoli* var. *typica* on the differentials.

鑑別品種 (Differestials)	生理小種 (Physiological race)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	3	5	5	3	5	4	4	4	5	3	5	5	5	3	5	4	5	3
181	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4—5	4	4	4	4	4
643	5	4	3	2	5	5	5	2	5	2	5	5	5	4	4	5	2	4
650	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5
765	2	3	3	3	3	3	3	2	4	2	4	3	5	3—4	3	3	4	3
780	2—3	2	2	3	2—3	3	3	3	3	2	4	3	5	5	3	5	2	4
814	2—3	1	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	1	4
GGW																		

鑑別品種 (Differestials)	生理小種 (Physiological race)																
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
3	5	5	3	3	4	3	5	3	3	1	4	3	4	2	5	3	5
181	4	4	4	4	4	4	4	3						5		5	
643	5	5	4	4	4	3	4	4	4	1	1	5	5	1	3	2	5
650	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	3—4	5
765	3	4	2	3	4	3	3	3	3	2	2	3	4	1	3	2	5
780	3	5	3	4	5	3	5	5	4	3	4	5	3	2	5	2	4
814	4	5	4	2	3	4	5	5	5	1	4	4	5	1	4	1	5
GGW									1	1	4	4	3	3	5	4	5

來源：生理小種 1—20 根據 Harter & Zaumeyer 1941 (16)；21—30 根據 Fisher 1952 (9)；31 根據 Sappenfield 1954 (30)；32 根據 Zaumeyer 1960 (35)；33 根據 Davison & Vaughan 1963 (6)；34 根據 Goode 1961 (11)；35 根據 McMillan 1972 (24).

結　果

一、抗病篩選：保護行之本地種因爲經過人工接種，所以發病嚴重（圖二），接種後四週葉片即開始黃化並有落葉現象（圖三），後期葉柄及豆莢亦均受感染（圖四），但抗病品系上之葉片仍然完好，圖五爲感病品系與抗病品系之對照。如表 2 所示在 153 個供試品系中，綜合三次之試驗結果發現抗病型（Resistant）者共有 Nep-2（圖六）等85個品系；中抗型（Moderatdy resistant）者共有 Compuesto Negro Chimaltenango（圖七）等 16 個品系；中感型（Moderately suseptible）者共有 Veracruz 1-A-6（圖八）等 10 個品系，其餘爲感病品系，共有 U. S.

(圖九) 等42個品系。從美國農部及國際熱帶農業中心所獲得之品系，對銹病之反應比較一致，而臺中場之品系則有混雜或分離之現象，同一品系中常發現許多抗病及感病之植株混雜在一起。

表 2、菜豆供試品種 (系) 對銹病之反應

Table 2. Reaction of the tested varieties/lines of beans to the infection by *Uromyces phaseoli* var. *typica*

銹病反應* (Rust reaction)	品種 (系) 名稱 (cultivar or line)
抗病型 (R)	Aurora, Cuilapa7 2-1, Cuva 168-N, CCGB 44, Ecuador 299, Guerrero 9, IBRN 95B, Mexico 235, Mexico 309, Mulatinho-A, Nep-2, Pinto Serrano, Puerto Rico 5, A-62, A-155, A-161, A-167, A-176, B-190, BAC 41, BAC 44, BAC 58, BAT 41, BAT 66-1C, BAT 73-1C, BAT 76-1C, BAT 89-1C, BAT 93-1C, BAT 153-1C, BAT 236-1C, BAT 260-2C, BAT 261-1C, BAT 332-1C, BAT 336-1C, BAT 337-1C-1C, BAT 338-1C, BAT 347-1C, BAT 429-1C, BAT 447-1C, BAT 448-1C, BAT 482-1C-1C, BAT 520-1C, BAT 967-1C-1C, BAT 1057-1C-1C, BAT 1061-1C-1C, BAT 1090-1C-1C, BAT 1102, BAT 1127-1C-1C, BAT 1155, BAT 1210, BAT 1211, G 1089-1C-1C, IPA 74/19, V 3249-13-1C, 5101, 中系 2 號，3 號，5 號，6 號，8 號，9 號，11號，12號，13號，15號，17號，18號，19號，20號，21號，22號，23號，24號，25號，26號，27號，28號，30號，31號，32號，33號，34號，35號，36號，37號等85個品系。
中抗型 (MR)	Compuesto Chimaltenango 2, Compuesto Negro Chimaltenango, Carioca, Mexico 12, Negro Jalpatagua 72, Turrialba 1, A-74, A-140, A×S 37, BAT 48-1C, BAT 248-1C, BAT 308-1C, BAT 923-1C-1C, EMP 9-1C, 2 W-33-2 (Mita), 中系 7 號等16個品系。
中感型 (MS)	Compuesto Chimaltenango 3, Cornell 49242, Guerrero 6, ICA L-24, PER 257, Romono Pole, Turrialba 4, Veracruz 1-A-6, 6383 (Mita), 中系 14 號等10個品系。
感病型 (S)	U. S. 3, Aguascalientes 13, Apollo, Bountiful 181, Brown Beauty, California Small White 643, Canario 101, Cocacho, Epicure, Golden Gate Wax, Guanajuato 10-A-5, Jalisco 33, Kentucky Wonder 765, Kentucky Wonder 780, Kentucky Wonder 814, Mexico 6, MWHR, Negro 150, Olathe, Olathe Pinto, Ormiston, Parana, Pinto 111, Pinto 650, Redlands Autumn Crop, Redlands Green Leaf, Redlands Green Leaf B, Redlands Green Leaf C, Redlands Pioneer, Veracruz 10, A-63, BAC 77, DOR 62, ICA-L22, 中系 1 號，4 號，10號，16號，29號，5 寸，6 寸，7 寸等42個品系。

*R : Resistant，抗病型，表現過敏性反應之細斑，不形成夏孢子堆及夏孢子。
MR : Moderately resistant，中抗型，病斑之直徑小於 300 μm，有夏孢子產生。
MS : Moderatels suseptible，中感型，病斑之直徑介於 300 與 500 μm 之間。
S : Susceptible，感病型，病斑之直徑大於 500 μm.。

二、生理小種之鑑定：表 3，爲自本省五個地點所採得之菜豆銹病菌在判別品種上之反應，從表中得知本省之菜豆銹病菌（*Uromyces phaseoli* var. *typica*）共有15個生理小種，它們是生理小種 5，6，7，9，11，14，15，18，19，22，23，24，25，26，33等，若以地點區分農試所有 6，7，18，24等 4 個生理小種，種苗場有 5，6，9，11，15，19等 6 個生理小種，屏東有14，15，18，23，24，25，26，33等 8 個生理小種，臺東有14，18，23，26等 4 個生理小種，花蓮有18及22等 2 個生理小種，若以生理小種區分，生理小種18在農試所，屏東、臺東及花蓮均有發現，生理小種14，15，23，24及26在兩個地方發現，其餘之生理小種只有在一個地方發現(表 3)。

表3、臺灣不同地區之菜豆銹病菌在判別品種上之發病等級

Table 3. Differential reaction of *U. phaseoli* var. *typica* collected at different locations in Taiwan.

判別品種 (Differential)	採集地 (collecting sites)				
	農試所 (T. A. R. I)	種苗場 (T. S. S)	屏東 (Pingtung)	臺東 (Taitung)	花蓮 (Hualien)
U. S. 3	3, 4	4, 5	3, 4, 5	3, 4	3, 4
181	3, 4	4, 5	3, 4, 5	3, 4	3, 4
643	3, 4, 5	4, 5	3, 4	3, 4	3, 4
111 (650)	4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	4, 5	4, 5
765	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4	3, 4, 5	3
780	3, 4	3, 4	3, 4, 5	4, 5	4, 5
814	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	3, 4, 5	2, 3, 4
GGW	4, 5	4, 5	4, 5	3, 4	3, 4
生理小種 (physiological races)	6, 7, 11, 24	5, 6, 9, 11, 15, 19	14, 15, 18, 23, 24, 25, 26, 33	14, 18 23, 26	18, 22

討 論

本研究首次報導臺灣菜豆銹病菌之生理小種。本省菜豆銹病之所以發生是因爲菜豆種子之發芽最適溫爲 20～30 °C，生長最適溫爲 15～25 °C (20)，而銹病發生最理想之溫度爲 12.1～26.7 °C (31)，兩者之溫度非常接近，加以本省氣候潮溼，一般之栽培種對本省存在之生理小種亦均無抵抗性所致。

生理小種之判斷有時極爲困難，Davison & Vaughan (7) 曾指出若提高接種源之濃度，則單位葉片面積內之病斑的數目會增加但病斑反而變小，反之則病斑較大，而生理小種之判定乃依據病斑之大小，因此所使用之接種源必須嚴格遵守既定之濃度。Imhoff 等亦指出溫度及露期 (dew period) 會影響夏孢子之發芽 (22)，所以也會影響到病菌之侵入及病斑之數目，最後影響到單位面積內之病斑數及病斑的大小，因此所採用之溫度及露期（放在 moist chamber 內所保持之時間）亦不可不愼。從一個地點所採集到的夏孢子中常存在有二種或二種以上之生理小種 (14, 15, Dr. J. R. Stavely Personal Communication)，所以同一葉片上常會出現兩種或兩種以上等級之病斑，就如本試驗所得之結果一樣。不同之工作者常採用不同之判別品種（2—5，9，11，16—19，24—30，32，35），也常使吾人無法比較其生理小種之異同，Davison & Vaughan (6) 認爲這是因爲一般所採用之判別品種在某些地區無法區分該地區之生理小種所致。但是如果有一套公認的標判別準品種（Standard set of differentials），而這些品種在某些地區無法分出該地區之生理小種，則應視爲相

同之生理小種才不致造成混亂。至於單葉與複葉上之反應是否一致，截至目前仍無定論，因爲有些品種表現相同之反應，有些品種則不然，Davison & Vaughan (6, 7) 建議如要鑑定生理小種則應以單葉上之反應爲準，如要判定品種之抵抗性則應同時考慮單葉與複葉上之反應，因此本研究在抗病篩選做發病調查時即同時兼顧單葉與複葉上之反應，而生理小種之判定僅以單葉上之反應爲準。

因爲從一個地方所採集之夏孢子中常含有二種以上之生理小種（6，7），所以有必要將病菌加以純化以獲得單一生理小種之菌株，關於此點，採用單一夏孢子堆來源之繁殖法是一可行之辦法，溫帶地區之溫室內之濕度較低不會造成重複感染，所以可在植株上進行病菌之純化與保存而不致造成污染與混雜，臺灣地區因爲濕度太大會造成重複感染與混雜，所以無法進行，筆者（33）曾用離葉法 (detatached leaf method) 在培養皿內進行大豆銹病菌生理小種之純化，以相同之方法用在菜豆銹病菌之研究則未能成功。如有兩個生理小種混雜在一起，而這兩個生理小種對同一個判別品種分別表現免疫型（無任何病徵）與感病型反應在此情形之下若不採用含單一生理小種之菌株當接種源，而想知道該免疫型生理小種之存在則有困難，Groth & Mogen (12) 證實菜豆銹病菌爲單主寄生菌（autoecious)，可在菜豆上完成其生活史(life cycle)，亦即在菜豆上有病菌之擔胞子 (basidiospores)，精子 (pycniospores)，春孢子 (aeciospores)，夏孢子 (uredospores) 及多胞子 (teliospores)，臺灣地區幾乎全年都有菜豆種植，在此種情形新的生理小種是否很容易產生仍有待探討。

抗病篩選之結果發現CCGB 44, Nep-2, Aurora, IBRN 95B., B-190, Pinto Serrano 等品系在美國 (Dr. J. R. Stavely. Personal Communication) 及臺灣均表現抵抗性反應，而 Compuesto Negro Chimaltenango 雖然在美國表現抗性反應但在臺灣只有中抗程度，這可能受生理小種及環境因子之影響所致。綜合幾次之試驗結果發現自美國農部及國際熱帶農業中心所獲取之品系，其對銹病之反應在幾次試驗中表現比較一致，抗病性也比較穩定，雖然其園藝性狀不適合本省生產嫩豆莢之用，因爲其豆莢大多扁平，容易老化，纖維多，但有許多品系甚爲早熟，而且是矮性品種，可利用這些抗病品種與本地花豆種雜交，以育成抗銹病之品系供採用收乾豆（dry bean），又本省夏季十分缺乏菜豆，從國際熱帶農業中心所獲取之材料是否有耐熱品系亦值得一試，本省目前尙無耐熱之菜豆品種可以種植。

本研究首次報導臺灣菜豆銹病菌之生理小種，可做爲育種計畫之指標，以便育成抗這些生理小種之品系，而抗病篩選所得之85個抗病品系足以做爲抗病育種之材料，一步一步將抗病品系中之抗病因子導入優良之品種中。

圖二：接種後三週銹病發生嚴重之本地種葉片上之病徵。

Fig. 2. Symptoms of bean rust on the leaf of a local cultivar 3 weeks after inoculation.

圖三：接種後四週，本地種之葉片開始黃化與落葉

Fig. 3. Yellowing of leaves and defoliation occurred on the local cultivar 4 weeks after inoculation.

圖四：被銹病感染之豆莢與葉柄上之病徵

Fig. 4. Bean rust symptoms on pods and petioles of a local cultivar.

圖五：感病品系 (S) 已開始落葉，抗病品系 (R) 仍然完好。

Fig 5. Yellowing of leaves and defoliation occurred on the susceptible (S) variety while resistant (R) variety was still green.

圖六：Nep-2 品種上之過敏性反應－抗病型 (R)

Fig. 6. Hypersensitive reaction on variety Nep-2-resistant (R) type.

圖七：Compuesto Negro Chimaltenango 品種上之病斑小於 300 μm—中抗型 (MR).

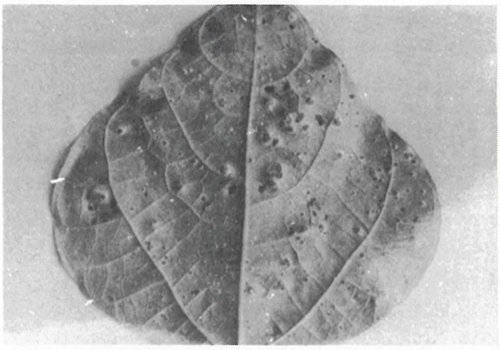
Fig. 7. The lesions on the variety Compuesto Negro Chimaltenango were less than 300 μm—moderately resistant (MR) type.

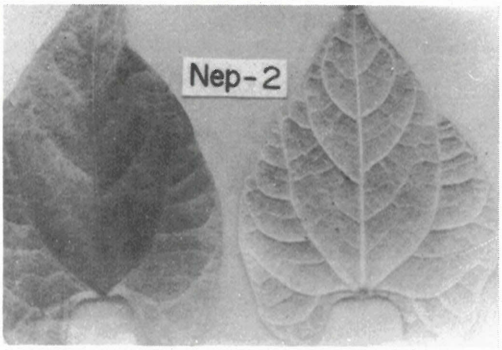
圖八：Veracruz 1-A-6 品種上之病斑介於 300 與 500 μm 之間一中感型

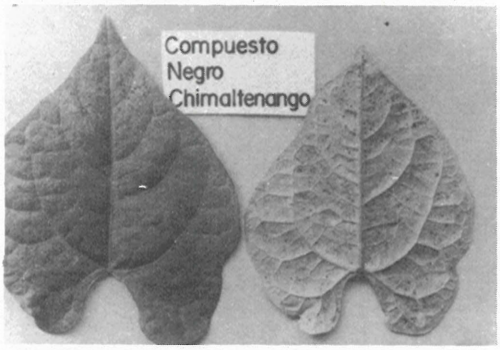
Fig. 8. The lesions on the variety Veracruz 1-A-6 were between 300 and 500 μm—moderately susceptible (MS) type.

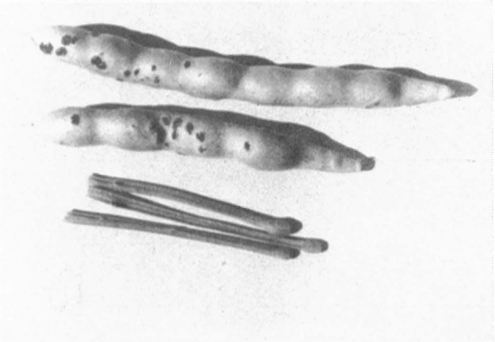
圖九：U. S. 3 品種上之病斑大於 500 μm—感病型。

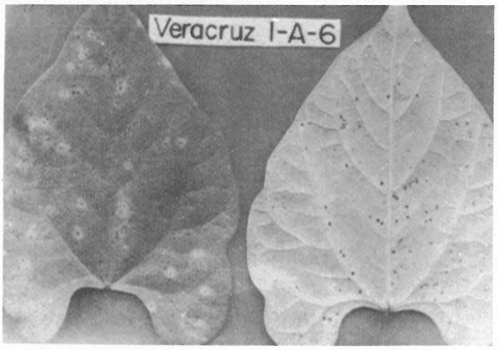
Fig. 9. The lesions on the variety U. S. 3 were larger than 500 μm—susceptible (S) type.

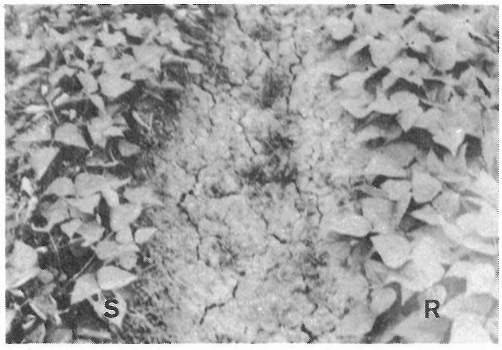


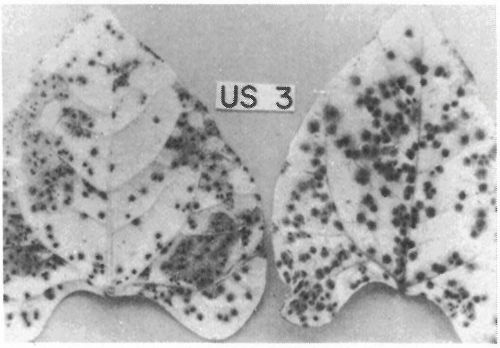












圖二 Fig. 2	圖六 Fig. 6
圖三 Fig. 3	圖七 Fig. 7
圖四 Fig. 4	圖八 Fig. 8
圖五 Fig. 5	圖九 Fig. 9

引 用 文 獻

1. Anonymous. 1976. Bean production system program C1-C58 *In* Annual Report 1976, CIAT, Cali, Colombia.
2. Augustin, E. O. and da Costa. 1971. Nova. raca fisiologica de *Uromyces phaseoli typca* no Rio Grando do sol Brasil. Pesquisa Agropecuria Brasiliera 6 : 137-138.
3. Ballantyne, B. J. 1978. The genetic bases of resistance to rust, caused by *Uromyces appendiculatus* in bean (*Phaseolus vulgaris*). Ph. D. Thesis, University of Sydney, Australia 262 pp.
4. Christen, R., and E. Echandi. 1967. Razas fisiologicas mas communes de la roya *Uromyces phaseoli* var. *phaseoli* en Costa Rica y evaluacion de la resistencia de algunos cultivadores de frizol a la riya. Turrialba 17 : 7-10.
5. Crispin, A., and S. Dongo. 1962. New physiologic races of bean rust, *Uromyces phaseoli typica* from Mexico. Plant Disease Reporter 46 : 411-413.
6. Davison, A. D., and E. K. Vaughan. 1963. A simplified method for identification of races of *Uromyces phaseoli* var. *typica*. Phytopathology 53 : 456-459.
7. Davison, A. D., and E. K. Vaughan. 1964. Effect of urediospore concentration on determination of races of *Uromyces phaseoli* var. *phaseoli*. Phytopathology 54 : 336-318.
8. Dias, F. I. R., and da Costa. 1968. Identificacao de racas fisiologicas da ferrugem (*Uromyces phaseoli typica* Arth.) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em duas regioes fisiograficas do Rio Grande do Sol, Brasil. Pesquisa Agropecuria brasiliera (Ser. Agron.) 3 : 165-170.
9. Fisher, H. H. 1952. New physiologic races of bean rust (*Uromyces phaseoli typica*). Plant Disease Reporter 36 : 103-105.
10. Gallagher, E. C. 1978. Effect of rust on varietal yield as shown by a time of sowing trail, Page 93 *In* Bean Improvement Workshop, Sydney, 10-12, April, 1978.
11. Goode, M. J. 1961. A new race of bean rust in Arkansas. Plant Disease Reporter 45 : 690-691.
12. Groth, J. V., and B. D. Mogen. 1978. Completing the life cycle of *Uromyces phaseoli* var. *typica* on bean plants. Phytopathology 68 : 1674-1677.
13. Groth, J. V., and R. D. Shrum. 1977. Virulence in Minnesota and Wisconsin bean rust collections. Plant Disease Reporter 6 : 756-760.
14. Harter, L. L. 1939. Physiologic races of the fungus causing bean rust. Plant Disease Reporter 29 : 9.
15. Harter, L. L., and W. J. Zaumeyer. 1935. Differentiation of physiologic races of *Uromyces phaseoli typica*. J. Agr. Res. 50 : 737-759.
16. Harter, L. L., and W. J. Zaumeyer. 1941. Differentiation of physiologic races of *Uromyces phaseoli typica* on bean. J. Agr. Res. 62 717-731.
17. Hikida, H. R. 1961. Race 33 of *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth., a distinct physiologic race of bean rust from Oregon. Plant Disease Reporter 45 : 388.
18. Hewland, A. K., and J. C. Macattney. 1966. Ecst African bean rust studies. East Africa Agriculture and Forestry Journal 32 : 208-210.
19. Howland, A. K., and H. H. Storey. 1962. Rust disease of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). East Africa Agriculture and Forestry Research Organization Record of Reseach 1962 : 44-47.
20. Huang, H. 1979. Common bean, Pages 97-105 *In* N. N. Liang (ed.) Beans and Peas. Harvest Farm Magazine, HV# 794 (in Chinese).
21. Hubbeling, N. 1957. New aspect of breeding for disease resistance in beans (*Phaselus vulgaris* L.) Euphytica 6 : 111-141.

22. Imhoff, M. W., C. E. Main and K. J. Leonard. 1981. Effect of Temperature, dew period, and age of leaves, spores, and source of pustules on germination of bean rust urediosposes. Phytopathology 71 : 577-583.

23. Leakey, C. L. A. 1971. The improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) in East Africa. Crop Improvement in East Africa, CAB, Farnham, Surrey 280 pp.

24. McMillan, R. T. Jr. 1972. A new race of bean rust on pole beans in Florida. Plant Disease Reporter 56 : 759-760.

25. Netto, A. J., K. L. Athow., and C. Vieira. 1969. Identificacao de fisiologicas de *Uromyces phasdoli* bar. *phaseoli*, no estado de Minas Gerais. Revista Ceres 26 : 1-9.

26. Ogle, H., and J. C. Johnson, 1974. Physiologic specialization and control of bean rust (*Uromyces appendiculatus*) in Quensland. Queensland Journal of Agriculture and Animal Science 31 : 71-82.

27. Parris, G. K., and M. Matsuura. 1941. A second strain of bean rust in Hawaii. Plant Disease Reporter 25 : 311.

29. Rodrigues, C. J. 1955. Racas fisiologicas de *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Link. Agronomia Lnistania 17 : 263-274.

30. Sappenfield, W. P. 1954. A new physiologic races of bean rust (*Uromyces phaseoli typica*) from New Mexico. Plant Disease Reporter 38 : 282.

31. Schein, R. D. 1961. Some effect of temperature during the colonization period of bean rust. Phytopathology 51 : 674-680.

32. Waterhouse, W. L. 1954. Australian rust studies XII. Specilisation of *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint. in Australia. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales 78 : 226-232.

33. Yeh, C. C. 1983. Physiological races of *Phakopsora pachyrhizi* in Taiwan. J. Agr. Res. China 32 (1) : 69-74

34. Yen, D. E., and R. M. Brien. 1960. French bean rust (*Uromyces appendiculatus*). Studies on resistance and determination of rust races present in New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research 3 : 358-363.

35. Zaumeyer, W. J. 1960. A new race of bean rust in Maryland. Plant Disease Reporter 44 : 459-462.

Screening Common Beans for Rust Resistance and Physiological Races of Bean Rust Fungus in Taiwan

C. C. Yeh[2]

Summary

One-hundred and fifty-three varieties/lines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) obtained from of United State Department of Agriculture, Centro Internacional de Agricura Tropical (CIAT) and Taichung District of Agricultural Improvemnt Station (Taichung DAIS) were screened for resistance to rust in Taiwan. Based on the pustule size of rust on the primary and trifoliolate leaves of the three screening plantings in 1981 and 1982, 85, 16, 20 and 42 varieties/lines were recorded as resistant (R), moderately resistant (MR), moderately susceptible (MS) and susceptible (S), respectively. The grading scale consisted of 5 grades : 1, immune (I) ; 2, necrotio flecking (R) ; 3, pustules 300 μm or smaller (MR) ; 4, pustules between 300 and 500 μm (MS) and 5, pustules 500 μm or larger (S). Varieties U. S. 3, 181, 643, 111, 765, 780, 814 and GGW were used as differentials for the identification of races of *Uromyces phaseoli* var *typica* in Taiwan. *Uromyces phaseoli* var. *typica*-infected bean leaves collected at Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Taiwan seed Services (TSS), Pingtung, Taitung and Hualien were used as inoculum. Inoculations were made by brushing uredospore suspension (2×10^4 spores/ml plus 0.1% of Tween 80) with a sterile camel brush for each isolate on the primary leaves of one-week-old plants of differential varieties. The inoculated plants were covered with transparent plastic bags for high humidity and were incubated in a growth chamber (Conviron Model E-15 or S-loh) programmed for 18C of night temperature and 24C of day temperature with 12-hrs of full light from 8 a. m. to 8 p. m.. Plastic bags were removed 18 hrs after inoculation and the plants were still kept in the growth chamber for observation. After 2 weeks, the resulting pustules were measured with micrometer under a dissecting mocroscope. Based on the reaction types of the local isolates and comparing with the reaction of the 35 reported races of *U. phaseoli* var. *typica*, fifteen races were for the first time identified and reported in Taiwan. The 15 races are race 5, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, and 33. Races 6, 7, 18 and 24 were observed at TARI, race 5, 6, 9, 11, 15, and 19 at TSS, races 14, 15, 18, 23, 24, 25, 26 and 33 in Pingtung, races 14, 18, 23 and 24 in Taitung and races 18 and 24 in the Hualien collection.

---

1. Contribution No. 1103 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). This research is supported in part by the Council of Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.

2. Associate Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(3)：270~278 (1983)

豇豆蚜媒嵌紋病毒及其對長豇豆產量及品質之影響[1]

張清安[2]　郭燕君[3]

摘要：一種引起長豇豆葉片嚴重嵌紋病徵的毒素病廣泛發現於本省各主要栽培區。罹病植株生長不良，枝葉稀疏，開花及結莢率顯著降低，豆莢較正常株者略短，種子數亦較少。試驗證實此病乃由一種屬於 PVY 羣之長絲狀病毒感染所致。病毒粒子長度約 750nm。可經由機械接種及桃蚜 (*Myzus persicae* Sulze) 以非永續型方式傳播。病株所生種子帶毒率約爲4.7%。病毒粗汁液之耐熱性爲 55—60°C，耐稀釋性爲 10^{-4}—10^{-5}，於 20°C 下感染力可保持 7—8 天。此病毒可感染豌豆等大多數之荳科植物，對茄科的煙草 (*Nicotiana tabacum*)，*N. debnyii* 及 *N. sylvestris* 可於接種葉造成黃化斑點，對 *N. rustica* 及 *N. bensamiana*則造成系統性斑紋病徵，莧科之千日紅 (*Gomphrena globosa*) 可於接種葉產生黃化斑點，藜科的 *Chenopodium amaranticolor*, *Ch. quinoa* 及 *Ch. mulare* 均可做爲本病毒之檢定用局部病斑寄主。上述特性與文獻中所記載的豇豆蚜媒嵌紋病毒 (Cowpea aphid-borne mosaic virus，簡稱CAMV) 極爲類似，且應用 SDS 免疫擴散反應與美國之 CAMV 抗原比較結果，證實二者血清學特性完全相同 (serologically identical)，故確定二者乃相同之病毒。網室栽培之情況下，本省長豇豆之主要品種—青皮黑仁紫尖感染 CAMV 後每株之豆莢數、種子數及二者之乾重均明顯下降，與不接種對照株間達極顯著之差異 (P=0.01)，但病株每一豆莢之長度、乾重、所含種子數及種子平均重量則與健株無顯著差異。

長豇豆 (*Vigna sesquipedalis* Fruwirth) 乃本省夏季重要蔬菜之一，其栽培遍及全省各地而以屏東、九如、里港及高樹地區爲主要產地。長豇豆性耐高溫，生育旺盛且栽培容易，長久以來一直是本省夏季蔬菜之大宗，可是近兩年來由於毒素病之普遍發生，使產量有逐年低落的趨勢。田間感病的長豇豆主要病徵有皺葉嵌紋 (rugose mosaic)、脈綠嵌紋 (vein banding mosaic)、斑紋 (mottling) 及嵌紋 (mosaic) 等幾種，其中以皺葉嵌紋及嵌紋兩種病徵對長豇豆生育之影響最爲嚴重，而皺葉嵌紋病徵已經證實爲造成脈綠嵌紋病徵之黑眼豇豆嵌紋病毒 (Blackeye cowpea mosaic virus，簡稱 BlCMV) 及造成斑紋病徵之胡瓜嵌紋病毒 (Cucumber mosaic virus, 簡稱 CMV) 複合感染所引起[2,3]。至於嵌紋病徵在田間亦極爲普遍，病株葉片嚴重嵌紋，葉形縮小但不皺縮 (rugose)，全株生長不良枝葉稀疏，結莢率減低，豆莢縮短，種子數減少，此種病徵經初步鑑定爲豇豆蚜媒嵌紋病毒，(Cowpea aphid-borne mosaic virus, 簡稱CAMV) 感染所致[4]，本文乃敍述此病毒之各項特性，並且探討此病毒對本省長豇豆之主要栽培品種——青皮黑仁紫尖之產量與品質

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1109號。本文承行政院農業發展委員會邱博士人璋悉心指正及國立中興大學植病系柯南靖先生協助電子顯微鏡觀察，謹此致謝。

2.本所植物病理系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

3.國立中興大學植病系研究生。

之影響。

材料與方法

一、病毒來源與保存方法

供試罹病材料採自屏東九如地區之典型嵌紋長豇豆病株，經汁液接種於藜（*Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn）上產生局部病斑後，將單一病斑重覆三次於藜上接種篩選，再回接於長豇豆上保存做爲日後鑑定試驗之材料，同時將一部份葉片以氯化鈣脫水乾燥後密封置於 4°C冰箱中做爲長期保存之用[16,17]。本試驗所採用之汁液接種法與過去已報告之方法相同[1,3]，試驗中供試之長豇豆品種爲青皮黑仁紫尖（農友種苗公司出售種子，商品名高雄青莢）。

二、病毒之鑑定

病毒之鑑定係以寄主反應、粗汁液物理性質、粒子形態，血淸學反應及傳播方式爲依據。寄主反應與粗汁液物理性質之測定方法均與過去報告者相同[1,3]。病毒之粒子形態，乃於 JEM 7 型電子顯微鏡下，就 2 %PTA（pH 7.0）陰染之病葉切口滴液標本（direct dipping preparation）觀察而得，其長度之決定則以測量 100條粒子長度而所繪成之分佈圖中粒子數目最多之部位，做爲此病毒粒子之長度[8]。病毒蚜蟲媒介傳播試驗所採之方法亦與過去相同[3]，供試蚜蟲爲飼育於甘藍菜上之桃蚜（*Myzus persicae* Sulze）。病株種子帶毒率測定係將病株上所採之種子播種於砂床或蛭石之苗床，依發芽後植株出現病徵之比率做爲病毒之種子帶毒率。病毒血淸學測定係採 SDS 免疫擴散反應，根據 Purcifull 之方法於瓊脂平板上進行[18]，已知之抗原與血淸乃美國康乃爾大學 Dr. Gonsalves 提供之冷凍乾燥試料於使用前加蒸餾水溶解備用[19]。

三、病毒感染對長豇豆品質與產量之影響。

將長豇豆播種於12吋瓦盆中，每盆二株，置於網室中生長，待播種後第20天接種病毒，每一處理12盆，分成四組，各組以逢機方式分別置於同一網室之不同位置，以消除環境間之差異，除本試驗之供試病毒外並接種黑眼豇豆嵌紋病毒（BlCMV）以爲對照，接種後第六十天調查豆莢及種子之產量與品質，並依鄧肯氏多重變域法分析其結果。

結　　果

一、病毒之寄主範圍及病徵

本文研究之病毒乃民國70年夏季所發現，原始病株葉片嚴重嵌紋（圖版1A），但不皺縮，全株生育不良枝葉稀疏，豆莢產量顯著降低，但莢形及品質則受影響不大。此病株攜回後先經三次於藜上單病斑接種篩選，再回接於青皮黑仁紫尖長豇豆上，結果其產生之病徵與田間所見完全相同，顯示此嵌紋病徵乃由此病毒單獨感染所致。

以汁液接種法將病毒接種於 7 科38種植物，發現此病毒可感染荳科、茄科、藜科及莧科植物，但不感染十字花科、葫蘆科及菊科植物（表 1）

二、病毒粗汁液之物理性質

利用藜作爲局部病斑寄主，檢定此病毒之粗汁液物理性質，確定其耐熱度爲 55—60°C，耐稀釋度爲 10^{-4}—10^{-5}, 20°C 下之耐保存度爲 7 — 8 天。

三、病毒粒子形態之觀察及長度之判定

利用陰染法觀察病葉切口滴液，發現本病毒粒子爲長絲狀（圖版1D），略有彎曲，經測量100條粒子長度確定其長度爲 750nm（圖 1），而寬度約爲 14—15nm。

四、病毒傳播方式之測定

以桃蚜做媒介昆蟲，先予 4 — 5 小時飢餓處理，移飼於罹病長豇豆葉片上經 1 — 3 分鐘，挑起置於健全豇豆苗上，每苗放置10隻蚜蟲，經24小時後噴佈殺蟲劑將蚜蟲殺死。結果供試之20株豆苗中有

表1.豇豆蚜媒嵌紋病毒（CAMV）在供試植物上之反應。

Table 1. Host reactions of Cowpea aphid-borne mosaic virus

供試植物 Test plant	反應 Reactions[a] 接種葉 Inoculated leaves	 上位葉 Upper leaves
Chenopodiaceae		
Chcnopodium quinoa	NL	—
C. amaranticolor	NL	—
C. mulare	CL	—
Leguminosae		
Pisum sativum	SLI	m
Phaseolus vulgaris cv. Top Crop	NL	m
P. vulgaris cv. Pinto 111	NL	m
Vigna radiata	VN	—
V. unguiculata cv. California blackeye	NL	M
V. mungo	SLI	M, FL
V. umbillata	CL, VN	—
V. sesquipedalis	SLI	M
V. angularis	SLI	M
Glycine max	SLI	SLI
Cassia ocidentalis	SLI	M
Vicia faba	—	—
Arachis hypogaea cv. Tainon No. 4	—	—
Solanaceae		
Nicotiana tabacum cv. Vam Hicks	CL	—
N. tabacum cv. Havana	CL	—
N. debnyii	CL	—
N. sylvestris	CL	—
N. bensamiana	CL	m
N. rustica	CL	m
Lycopersicum esculentum	—	—
Physalis floridana	—	—
Solanum nigram	—	—
Nicandra physaloides	—	—
Capsicum annuum	—	—
Datura stramonium	—	—
Amaranthaceae		
Gomphrena globaos	CL	—

Cucurbitaceae		
Cucumis sativus cv. Fei Uen	—	—
C. melo cv. Yin Ho	—	—
Citrullus vulgaris cv. Hsiao Fong	—	—
Momordica charantia cv. Tainon No. 1	—	—
Cucurbita moschata cv. Fong Huang	—	—
Cruciferae	—	—
Brassica juncea		
B. Chinensis	—	—
Raphanus sativus	—	—

a. NL：壞疽病斑 Necrotic lesion；CL：黃化病斑 Chlorotic lesion；SLI：無病徵感染 Symptomless infection；m：紋斑 mottling；VN：葉脈壞疽 Vein necrosis；M：嵌紋 Mosaic；FL：蕨狀葉Fern leaf；　不感染 No infection.

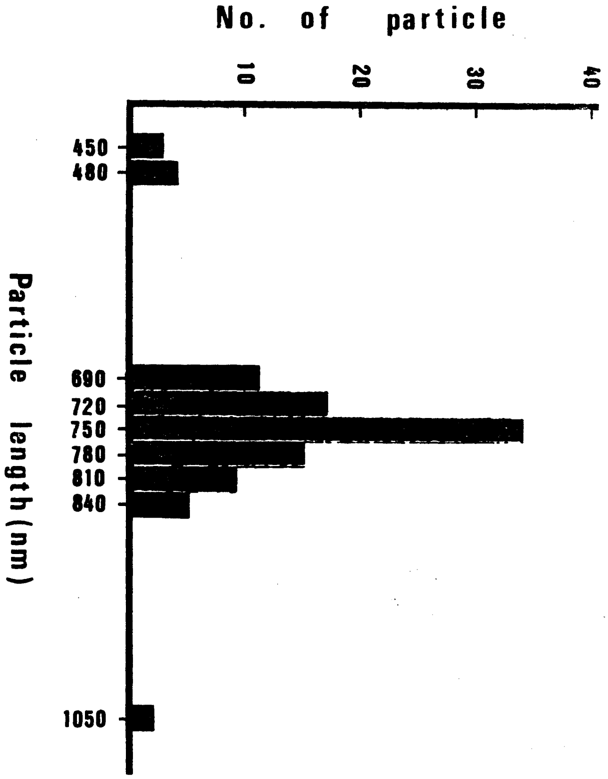


圖1.豇豆蚜媒嵌紋病毒（CAMV）粒子長度分佈圖。

Fig 1. Histograms showing the distribution of particle length of cowpea aphid-borne mosaic virus.

14株於7—10天後出現本病毒之典型病徵；而未接種蚜蟲者及接種未於病株吸食之蚜蟲之豆株則均未出現病徵。顯示本病毒可經由蚜蟲以非永續型方式傳播。另外將罹病豆株所生之種子依前述方法播種於苗床，待第二片本葉（trifoliate leaves）長出後，調查帶有病徵之豆株比率，發現供試之300粒種子發芽後有14株出現本病毒之典型病徵，因此估計本病毒之種子帶毒率為4.7%。

五、本病毒與豇豆蚜媒嵌紋病毒 CAMV 血清學特性之比較

利用 Dr. Gonsalves 所提供之 CAMV 抗血清及經 SDS 處理之粗汁液抗原，以免疫擴散反應比較本病與 CAMV 間之血緣關係，結果發現二者之血清學特性完全相同（圖版1C）。

六、本病毒對青皮黑仁紫尖長豇豆之產量與品質之影響

本試驗及71年秋季於本所網室內進行，試驗中網室之溫度約介於 25—32°C 之間，相對濕度約60—95%，試驗結果中產量之調查包括每一罹病豆株之豆莢數、種子數及二者之乾重。品質之估計則以單一豆莢之長度、自然乾燥後重量及每一豆莢所含種子數與每一種子之平均乾重為準。結果發現接種本病毒之豆株在產量方面無論豆莢數、種子數及二者之乾重均明顯下降，而與對照株間達極顯著之差異（p=0.01）（表2）。在品質方面罹病株單一豆莢之長度，乾重，所含種子數及每一種子平均乾重雖略為下降，但與對照豆株間之差異並未達顯著水準（表2）。反之接種 BlCMV 之豆株則不論每株長豇豆之產量或每一豆莢或種子之品質均與對照之健全豆株差異不顯著。

表2. 網室內進行之豇豆蚜媒嵌紋病毒（CAMV）及黑眼豇豆嵌紋病毒（BlCMV）感染長豇豆後對其產量與品質之影響。

Table 2. Effect of cowpea aphid-borne mosaic virus (CAMV) and blackeye cowpea mosaic virus (BlCMV) on the yield and quality of asparagus beans in the screenhouse.

Virus	豆莢 Pod				種子 Seed			
	每株豆莢總數 Number per plant	每株豆莢總乾重 Dry wt(g) per plant	長度 Length (cm)	每一豆莢平均乾重 Av. dry wt (g)	每株種子總數 Number per plant	每一豆莢種子數 Number per pod	每株種子總乾重 Dry wt(g) per plant	每一種子平均乾重 Av. dry wt (g)
CAMV	3.75 b	8.89 b	34.53 a	2.36 b	48.34 b	13.01 a	5.99 b	0.12 a
BlCMV	13.92 a	48.44 a	36.01 a	3.53 a	202.34 a	14.34 a	32.97 a	0.16 a
Control	16.83 a	47.46 a	35.89 a	2.78 b	226.76 a	13.37 a	32.33 a	0.14 a

X.每一處理6株長豇豆，每二株長豇豆栽植於12吋瓦盆中，重覆四次。播種後第20天接種病毒，接種後第60天記錄結果。數值後英文字母相同者表示經鄧肯氏多重變域分析結果差異不顯著（p=0.01）。

Six plants in three 12-inch pots were used for each treatment and four replications were provided. Test plants were inoculated 20 days after seeding. Measurements were made 60 days after inoculation. Column numbers with the same letter are not significantly different at P=0.01 according to Duncan's multiple range test.

討 論

毒素病之肆虐是目前本省長豇豆產量銳減之主要原因，除皺葉嵌紋乃已知對長豇豆生產威脅很大外[2,3]，由本試驗亦可了解此種蚜媒嵌紋病毒對長豇豆之產量也有很大的影響，據筆者田間觀察之結果，此病毒在本省各主要產區分佈極為普遍，且有逐年增加之趨勢。

國外有關豇豆毒素病的研究報告很多[5,6,9,10,11,13,14,15,21,22,23]，而本省有關的資料極少，僅有張（

1983) 報告本省之長豇豆皺葉嵌紋病乃由 CMV 與 BlCMV 複合感染所致 [2,3]。本文所述之嵌紋病徵與皺葉嵌紋病有極大之差異，且經於藜上之單病斑接種試驗結果證實僅由一種屬 PVY 羣之病毒感染所致，加上此病毒並不會造成長豇豆豆莢的扭曲變形，因此二者乃不同之病害應爲無可置疑之事實。由文獻上之資料顯示，可以感染豇豆之 PVY 羣病毒共有五種，即 Peanut mottle virus（簡稱PMV）[12,20]，Bean yellow mosaic virus（簡稱BYMV）[7,9]， Cowpea mild mottle virus（簡稱CMMV）[10,11]，Blackeye cowpea mosaic virus，（簡稱BlCMV）[13,14,21,22,23]，Cowpea aphid-borne mosaic virus），（簡稱CAMV）[5,6,15,21,22]。此五種中 PMV 主要危害花生 [12]，BYMV 則可侵害唐菖蒲與蠶豆 [7]，而 CMMV 除了可感染花生外其特性是不經蚜蟲傳播 [10,11]，上述三種病毒與本病毒之不能感染花生、蠶豆及可藉蚜蟲媒介傳播之特性完全不同，應爲不同之病毒。其餘兩種病毒 CAMV 與 BlCMV 在過去一直被認爲是同種異名 [6]，但是 Zettler (1972) 之報告指出 BlCMV 不能感染豌豆、煙草及千日紅 [23]，此種特性與 CAMV 完全不同 [5,6,1 ，而且最近許多報告相繼指出兩者在不同豇豆品種上之反應及血緣特性上也有顯著差異，因此已確定二者爲不同之病毒 [14,21,22]。本研究之病毒在長豇豆上之病徵、傳播方式、粒子形態及粗汁液物理性質雖與 CAMV，BlCMV 均極爲類似 [5,6,14,21,22]，但是根據本病毒可以感染豌豆、煙草與千日紅之特性而言，應與 CAMV 較爲接近；而且在免疫擴散試驗中與 Dr. Gonsalves 鑑定之 CAMV 比較結果 [21,22]，二者之血緣特性完全相同，因此確定本病毒即爲豇豆蚜媒嵌紋病毒。

由網室內接種試驗結果得知，本研究之 CAMV 對本省長豇豆主要栽培品種——青皮黑仁紫尖（或稱鱔魚骨）之產量有嚴重影響，但對豆莢及種子之品質則影響不大。此現象與感染 CAMV 後之豆株平均只長3.75個豆莢有關，雖然其產量較之健全豆株之 16.83個豆莢降低甚多，但由於豆莢間養份之競爭較少，每一豆莢能有較充裕之機會發育，因此其長度、種子數及乾重雖稍微降低，但統計之結果與健株之差異並不顯著。至於另一供試病毒 BlCMV 對此豇豆品種之產量與品質影響極微，顯示此病毒與 CAMV 間在生物特性上亦有顯著差異，此現象與前人研究結果完全符合 [14,22]。

感染 CAMV 之病株種子有帶毒現象 [6]，本研究以青皮黑仁紫尖品種試驗結果，其種子帶 CAMV 之比率約爲4.7%，此種帶毒種子發芽後即爲田間初次感染源，加上後期蚜蟲之媒介，可使此病害大量蔓延而影響長豇豆之收成，因此要防治此病毒必須特別注意栽植健康種子，或者於種子發芽後迅速將帶毒之幼苗清除，至於如何精確、快速地檢定出帶毒之種子或幼苗，以淸除田間初次感染源，將是本研究繼續努力之方向之一。

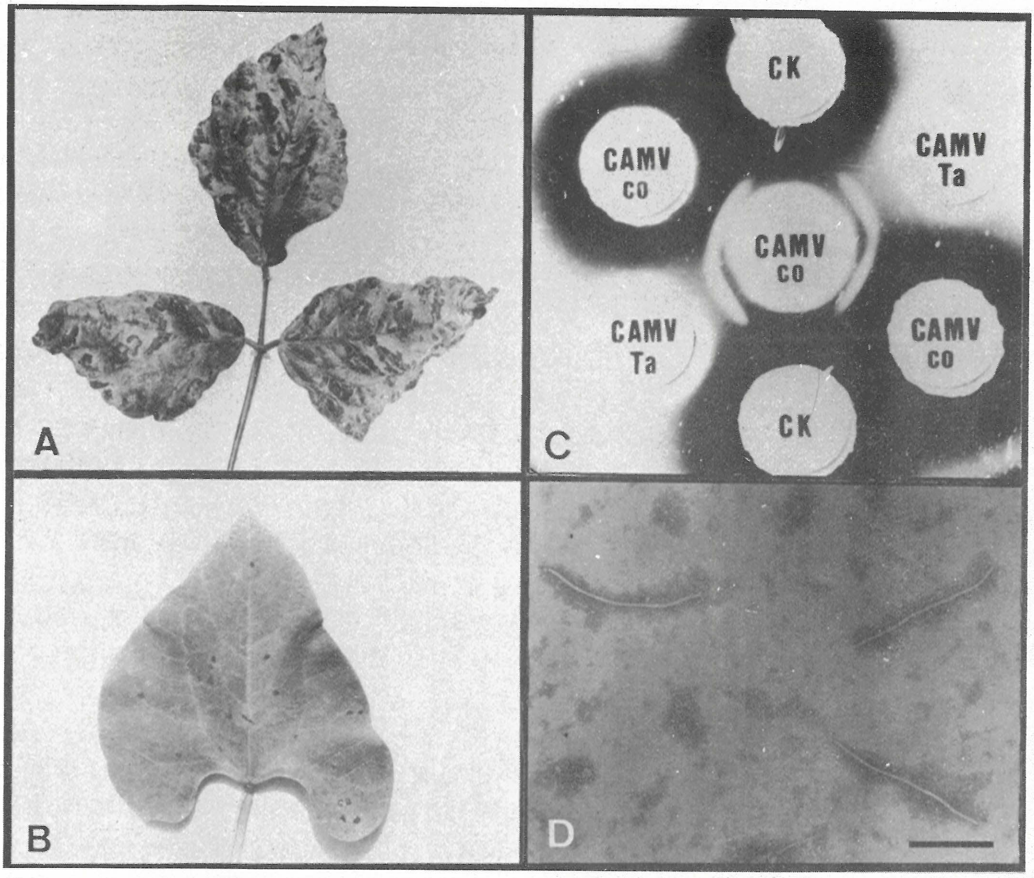


圖2.

Fig 2.

A. 豇豆蚜媒嵌紋病毒 (CAMV) 感染長豇豆於葉片上所產生之嵌紋病徵。

Mosaic symptoms on asparagus bean leaf caused by cowpea aphid-borne mosaic virus (CAMV).

B. 接種豇豆蚜媒嵌紋病毒 (CAMV) 於菜豆子葉所產生之褐色壞疽斑點。

Brown necrotic spots on primary leaf of French bean (*Phaseolus vulgaris* cv. Top Crop) induced by cowpea aphid borne mosaic virus.

C. 本研究分離之豇豆蚜媒嵌紋病毒 (CAMV-Ta) 與美國紐約州之豇豆蚜媒嵌紋病毒 (CAMV-Co) 於 SDS 免疫擴散反應中之血緣關係比較。反應培養基內含 0.8% Noble agar, 1.0% N_aN_3 , 及0.5% sodium dodecyl sulfate。中間反應穴乃添加由康乃爾大學所提供之 CAMV-Co 抗血清，周圍各穴則添加經 SDS 處理之粗汁液抗原， CK 乃對照用健全長豇豆粗汁液。

Serological reactions between Taiwan isolate of cowpea aphid-borne mosaic virus (CAMV-Ta) and CAMV from Cornell Univ. (CAMV-Co) in SDS-immunodiffusion test. Medium containing 0.8% Noble agar, 1.0% N_aN_3 and 0.5% sodium dodecyl sulfate prepared in dist illed water. Center well were charged with antiserum of CAMV-Co. The peripheral well were filled with SDS-treated diseased asparagus bean leaf extracts (CAMV-Ta and CAMV-Co) and healthy controls (CK).

D. 以 PTA (pH7.2) 陰染於電子顯微鏡下觀察所得之豇豆蚜媒嵌紋病毒長絲狀粒子。圖中短橫線表示 400nm。

Electron micrograph of filamentous particles of cowpea aphid-borne mosaic virus from leaf-dip preparations negatively stained by phosphotungstic acid (pH 7.2). Bar indicates 400nm.

參 考 文 獻

1. 張淸安・1979・ 木瓜毒素病純系病毒之分離與兩種不同病徵型病毒之寄主範圍與物理性質之比較，中華農業研究28（3）：207－216。

2. 張淸安・1980・豇豆皺葉嵌紋病病因學之硏究，植物保護學會會刊22：426。

3. 張淸安・1983・ 由胡瓜嵌紋病毒與黑眼豇豆嵌紋病毒複合感染所引起的，長豇豆皺葉嵌紋病。植物保護學會會刊（印刷中）

4. 張淸安、郭燕君、盧耀村・1981・豇豆毒素病之硏究。 Ⅱ.豇豆蚜媒嵌紋病毒之鑑定。植物保護學會會刊23：266。

5. Bock, K. R. 1973. East african strains of cowpea aphid-borne mosaic virus. Ann. Appl. Biol. 74: 75-84.

6. Bock, K. R., and M. Conti. 1974. Cowpea aphid-borne mosaic virus. Descriptions of plant viruses. C. M. I./A. A. B. No. 134.

7. Bos, L. 1970. Bean yellow mosaic virus. Descriptions of Plant viruses. C. M. I./A. A. B. No. 40.

8. Brandes, J., and R. Bercks. 1965. Gross morphology and serology as a basis for classification of elongated plant viruses. Advances in Virus Research 11: 1-24.

9. Brierley, P., and F. F. Smith. 1962. Three cowpea mosaic viruses from Gladiolus. Plant Dis. Rep. 46: 335-337.

10. Brunt, A. A., and R. H. Kenten. 1973. Cowpea mild mottle, a newly recognized virus infecting cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Ghana. Ann. Appl. Biol. 74: 64-74.

11. Brunt, A. A., and R. H. Kenten. 1974. Cowpea mild mottle virus. Descriptions of plant viruses. C. M. I./A. A. B. No. 140.

12. Kuhn, C. W., and K. R. Bock. 1975. Peanut mottle virus. Descriptions of plant viruses. C. M. I./A. A. B. No. 141.

13. Lima, J. A. A., and D. E. Purcifull. 1980. Immunochemical and microscopical techniques for detecting blackeye cowpea mosaic and soybean mosaic viruses in hypocotyls of germinated seeds. Phyto-pathology 70: 142-147.

14. Lima, J. A. A., D. E. Purcifull, and E. Hiebert. 1979. Purification, partial characterization, and serology of blackeye cowpea mosaic virus. Phytopathology 69: 1252-1258.

15. Lovisolo, O., and M. Conti. 1966. Identification of an aphidtransmitted cowpea mosaic virus. Neth. J. Plant Pathol. 72: 265-269.

16. Mckinney, H. H., and G. Silber. 1968. Methods of preservation and storage of plant viruses. In Methods in virology. Vol. IV, p. 491. Ed. K. Maramorosch & H. Koprowski. New York Academic Press.

17. Mckinney, H. H., G. Silber, and L. W. Greeley. 1965. Longevity of some plant viruses stored in chemically dehydrated tissues. Phyto-pathology 55: 1043.

18. Purcifull, D. E., and D. L. Batchelor. 1977. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS) -treated plant viruses and plant viral inclusions. Fla. Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. No. 788. 39p.

19. Purcifull, D. E., S. R. Christie, and D. L. Batchelor. 1975. Preservation of plant virus antigens by freeze-drying. Phyto-pathology 65: 1202-1205.

20. Sun, M. K. C., and T. T. Hebert. 1972. Purification and properties of a severe strain of peanut mottle virus. Phytopathology 62: 832-839.

21. Taiwo, M. A., and D. Gonsalves. 1982. Serological grouping of isolates of blackeye cowpea mosaic and cowpea aphidborne mosaic viruses. Phytopathology 72: 583-589,

22. Taiwo, M. A., D. Gonsalves, R. Provvidenti, and H. D. Thurston. 1982. Partial characterization and grouping of isolates of blackeye cowpea mosaic and cowpea aphidborne mosaic viruses. Phytopathology 72 : 590-596.

23. Zettler, F. W., and I. R. Evans. 1972. Blackeye cowpea mosaic virus in Florida : host range and incidence in certified cowpea seed. Proc. Fla. State Hortic. Soc. 58 : 99-101.

Cowpea Aphid-borne Mosaic Virus and Its Effect on the Yield and Quality of Asparagus Bean

Chin-An Chang[2] Yen-Jen Kuo[3]

Summary

A virus causing severe mosaic on asparagus bean (*Vigna sesquipedalis* Fruwirth) was found widespread in several major production areas in Taiwan. The virus was transmitted mechanically to 9 species in Leguminosae, including pea, mungbean and soybean, but failed to infect peanut and broadbean. In Solanaceae, *Nicotiana tabacum* cv. Vam-Hicks, *N. debnyii* and *N. sylvestris* were infected with the production of local faint chlorotic spots whereas on *N. bensamiana* and *N. rustica* systemic mottles were observed. Local lesions were formed on several other plant species including *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *C. mulare* and *Gomphrena globosa*. The virus was seed-borned and readily transmitted by green peach aphid (*Myzus persicae* Sulze) in a non-persistent manner. Some physical properties of the virus in crude sap were determined : thermal inactivation point, 55-60°C ; dilution end point, 10^{-4}-10^{-5} ; and aging in vitro, 7-8 days under 20°C. Electron microscopy of leaf-dip preparations revealed that the virus was flexuous rod-shaped with a length of 750 nm. All these properties are very similar to those of cowpea aphid-borne mosaic virus reported in many other countries. Comparative SDS-immunodiffusion tests also proved that the virus was serologically identical to CAMV from Dr. Gonsalves of Cornell Univ., therefore, we concluded that the virus of asparagus bean mosaic in Taiwan is cowpea aphid-borne mosaic virus. In the screen-house experiments, the virus caused significant reduction in the numbers of pods and seeds and in their dry weight on per plant basis for the tested asparagus bean cultivar, Kao-hsiung green pod.

---

1. Contribution No. 1109 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Plant Pathologist, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 431, ROC.

3. National Chung Shin University Department of Plant Pathology Graduate Student

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(3)：279～285 (1983)

稻小粒菌核病之研究

Ⅱ、田土中菌核之密度及不同水份潛勢對病菌生長之影響[1]

簡錦忠　曾方明　謝麗娟[2]

摘要： 調査本省11個水稻田土中小粒菌核病菌菌核的密度，以萬巒篩出的菌核數最多爲 410個／公克土，而雙龍1最少僅 7.2個／公克土。不同水份潛勢對小粒菌核病菌菌絲生長的影響，因溫度的不同而有差異，一般而言高溫下菌絲活力或菌核的形成能力對乾旱的忍受力較低溫時爲强。雖然小黑菌絲生長速度較小球爲慢，同時小球菌在各種水份潛勢下之菌核發芽率較小黑爲强；但小黑菌的菌絲耐旱性及其在乾旱狀況下形成菌核的能力皆較小球菌爲强。

水稻小粒菌核病菌（包括小黑菌核病菌 *Helminthosporium sigmoideum* Cav. var. *irregulare* Cralley et Tullis[15]及小球菌核病菌 *Leptosphaeria salvinii* Cattaneo.[15]）爲本省重要病害之一[2,3]，受感染的稻株生育後期，葉鞘內部或莖內可形成大量的菌核，待水稻收割後殘留在稻椿中，或掉落到田土中的菌核即成爲本病害主要的感染源及越冬體[2]。菌核的存活力極爲頑强，很難用藥劑或栽培方法防治。

羅氏等[4]報告臺灣水稻小粒菌核病，第一期作主爲小黑菌核病，第二期作主爲小球菌核病；但許氏[1]則認爲小粒菌在本省之分佈並無期作與地理性的差異。菌核在土壤中的分佈以表土最多[5]。同時菌核在土壤中的腐生競生能力 (Compatitive saprophytic ability) 很弱[6]，而自然界的風化作用[7]，土壤含水量[1,7]及微生物[8]等對菌核之存活能力的影響非常大。

菌核是小粒菌核病菌作爲感染水稻及傳播病害的來源，故了解影響菌核發芽，存活的因子是防治本病病害重要的課題。本研究將探討本省不同地區稻田田土中之菌核密度及其發芽率，不同溫度及水份潛勢 (water potential) 對小粒菌核病菌生長的影響，以供防治之參考。

材料與方法

一、病原菌的分離及培養：

病原菌的分離方法採用單胞分離法及病組織分離法，分離所得之菌株培養在消毒過的稻稈中，經一個月後即可產生大量的菌核。

二、土壤中菌核的篩選方法：

水稻收穫後至本省中、南部採集水稻田中之表土（10 公分以內），以篩選殘留於土中的菌核。篩選的方法是依據 Krause & Webster[9] 的方法篩選。將所採到的水田土風乾、研碎、拌勻稱取

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1110號。本研究承中央加强農村建設補助〔71農建4.1—產—09 (2)〕，文承蒙本所植病系主任林益昇博士之斧正，謹誌謝忱。
2.本所植物病理系研究員、前助理、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

40 公克土置於 500 ml 的燒杯內，加水至蓋滿土面，靜置隔夜。後加入 250 ml 的水用 waring blender 打碎 10~15 秒；用 20 mesh 的網篩篩過（Tyler standard scale），過篩物，再置於 100 mesh 的網篩上篩過，篩上物用洗瓶洗到 400 ml 的燒杯上加水到 300 ml，經 10~15 分鐘後菌核浮於水上，土粒則沈於杯底。將水面上的菌核小心的倒入 15 cm # 1 whatman 濾紙上用抽氣瓶抽乾水份後，計算菌核的數目。並將菌核分別以消毒（1％之 NaOCl 消毒 0.5分鐘）及未消毒兩種方法處理後，置於 2％的洋菜平板中經 Far UV 每天照射 8 小時經 4 至 5 週後，取出置於解剖顯微鏡下，鏡檢其發芽情形。

三、不同水份潛勢之調配及試驗方法：

依據 Robinson & Stokes 之報告[17]，以 PDA 爲基礎培養基，用 KCl 加入洋菜粉調配成含水量爲－1、－5.573、－10.012、－40.849、－63.257、－81.676 及－110.143 bars的培養基，倒成平板後，每皿移入以 V-8 juce agar 培養 5 天，直徑 5 mm 的菌絲塊（disc），置於 12、16、20、24、28及 32°C 的定溫箱中培養；每種處理設三重覆。培養至第 4 天量取菌絲生長的情形；一個月後測量其菌核產生的情形。

四、不同水份潛勢對菌核發芽的影響：

將小黑菌核及小球菌核置於上述含不同水份潛勢之培養皿中，每皿置50粒菌核，每種水份潛勢放二皿；置於室溫下以 Far UV 照射，經 4～5 星期後，利用解剖顯微鏡鏡檢其發芽率。

結　果

一、不同採集地點之小粒菌核病菌核的密度及其發芽情形：

自本省11個調查地點中，由各區田土中所篩到的菌核數（表 1）中，以萬巒篩出的菌核數最多爲 410個／公克土；而雙龍 1 最少僅7.2個／公克土；其餘各地從田土中篩出的菌核數分別由 8 至24個／每公克土壤不等。菌核發芽時先產生發芽管，再由發芽管的頂端產生胞子，另外菌核雖沒有產生胞子

表1. 不同地點所採集的菌核數及其發芽率

Table 1. The number and germination percentage of sclerotia collected from different location

採集地點 Location		菌核數（個／公克土） No. of sclerotia n/g. soil	菌核發芽率（%） Germination percentage of sclerotia	
			未消毒 Unsterilized	消毒 Sterilized
北山坑 1	Pei-shan-keng 1	11.5	2.7	7.3
北山坑 2	Pei-shan-keng 2	15.8	5.0	11.3
北山坑 3	Pei-shan-keng 3	20.8	7.3	13.8
南平	Nan-ping	24.0	5.8	16.7
雙龍 1	Shuang-lung 1	7.2	3.5	11.9
雙龍 2	Shuang-lung 2	8.3	2.8	21.8
農試所	TARI	10.8	6.3	26.0
內埔	Nei-pu	17.6	5.8	21.7
屏東	Pin-tung	13.1	0.4	13.2
麟洛	Lin-lo	12.3	6.8	24.4
萬巒	Wan-luan	410.0	12.4	24.0

，但可產生許多菌絲，在原來菌核的周圍凝成許多小的菌核；由此二種情形判斷菌核是否發芽。從觀察田土中所篩出的菌核發芽情形，顯示菌核發芽的方式有三：(1)菌核發芽管前端產生胞子但不產生菌核，(2)只產生菌核不產生胞子，(3)同時產生菌核及胞子。各地區菌核發芽率差異頗大，萬巒所篩到的菌核發芽率最高爲 12.4%，最低爲屏東僅 0.4%；同時由田土中所篩出的菌核經 1 % 的次氯酸鈉消毒後，其發芽率均普遍提高，其中以農試所篩到的菌核發芽率最高爲 26.0%，而北山坑 1 最低爲 7.3%。

二、不同水份潛勢對小粒菌核病菌菌絲生長及菌核形成的影響：

不同水份潛勢對小粒菌核病菌菌絲生長試驗，在接種後第四天菌絲尚未長滿培養皿時量取菌落的大小。由圖 1.、2. 獲知以下四點結果(1)無論小黑或小球的菌絲在各種水份潛勢中的生長以 28 °C時爲最好。(2)在各種溫度下小黑或小球菌菌絲的耐旱性亦有不同，溫度爲 12、16 及 20 °C 時，無論小黑或小球的菌絲均無法在 −63.257 bar 時生長；溫度爲 24、28 及 32 °C 時，小黑或小球菌之菌絲不能在 −81.676 bar 下生長，但在−63.257 bar 時仍可生長。由此可知小黑或小球在高溫（24、28 及 32 °C）狀況下之耐旱性較低溫（12、16 及 20 °C）狀況下爲强。(3)各種溫度下，水份潛勢爲−1、−5.573 及 −10.012 bar 時小球菌菌絲生長速度較小黑爲快，但在 −40.849 bar 或−63.257 bar 時小黑菌則較小球菌生長快速。因此小黑菌絲生長勢雖較小球菌爲劣，但其耐旱性則較强。(4)最適於小黑或小球菌絲生長的水份潛勢，隨溫度不同而不同；在 12 °C 時小黑最適水份潛勢爲−10.012 bar，小球之最適生長水份潛勢爲−5.573 bar；在 16、20及 24 °C 時小黑之最適水份潛勢爲−5.573 bar，但小球則爲−1 bar；而在 28 °C 及 32 °C 時最適小黑生長之水份潛勢爲 −5.573 bar，小球則爲−1 bar。

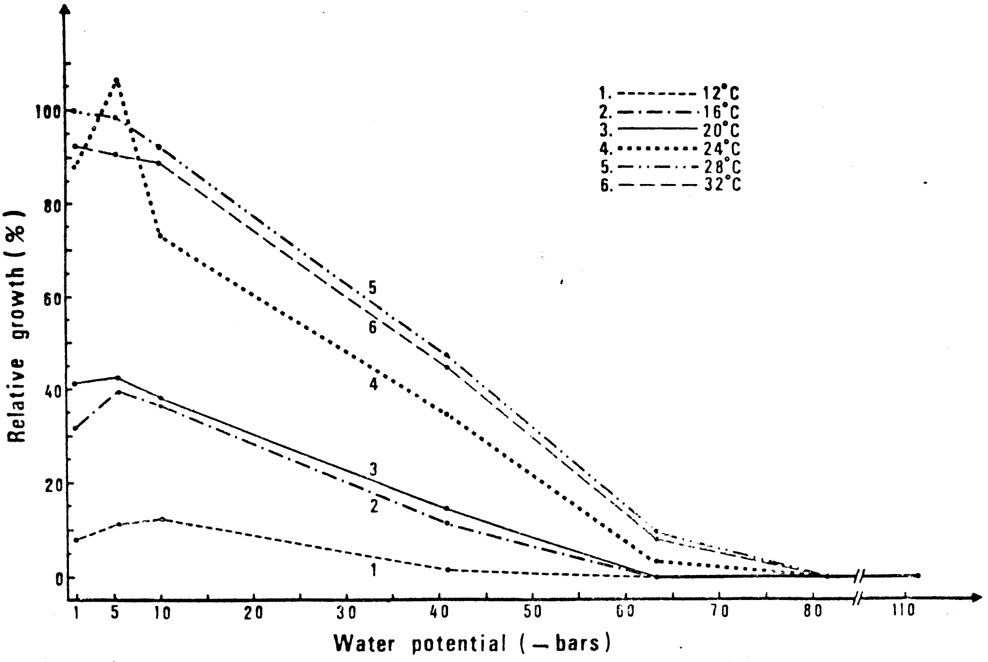


圖1. 小黑菌核病菌在不同溫度及水份潛勢下培養14天，與在 28°C 及−1 bar 情況下的菌絲生長相對百分率

Fig 1. Relative growth percentage of *Helminthosporium sigmoideum* var. *irregulare* after 14 days at different temperatures and water potentials comparing to the condition at 28°C and −1 bar.

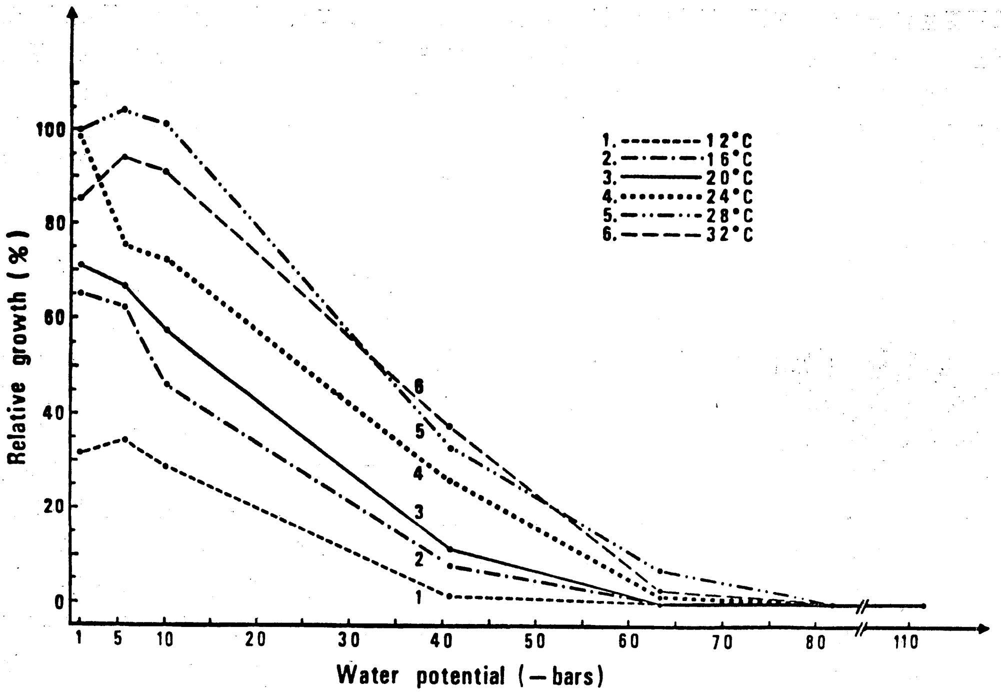


圖2. 小球菌核病菌在不同溫度及水份潛勢下培養14天，與在 28 °C 及－1 bar 情況下的菌絲生長相對百分率

Fig 2. Relative growth percentage of *Leptosphaeria salvinii* after 14 days at different temperatures and water potentials comparing to the condition at 28°C and —1 bar.

表2. 不同溫度及水份潛勢對稻小粒菌核病菌菌核形成的影響

Table 2. The effect of water potential on the formation of sclerotia of rice stem rots pathogen at different temperature

水份潛勢 Water potential (bar)	溫度 Temperature (°C) 12		16		20		24		28		32	
	S.B.** 小黑	S.R.** 小球	S.B.** 小黑	S.R.** 小球	S.B.** 小黑	S.R.** 小球	S.B.** 小黑	S.R.** 小球	S.B.** 小黑	S.R.** 小球	S.B.** 小黑	S.R.** 小球
—1	—*	+	++	+	++	++	++++	+++	++++++	++++++	++++++	+++
—5.573	—	±	+	+	++	+	++	++	++++++	++++	++++++	+++
—10.012	—	±	+	±	+	+	++	++	++++	+++	++++	++
—40.849	—	—	±	—	+	—	++	±	+++	+	+++	+
—63.257	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—81.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×
—110.143	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×

註：接菌後30天調查 Data were recorded 30 days a fter inoculation.

*＋越多表示培養皿內菌核產生量越多 The more sclerotia were produced the more"＋" were taken note on.

一僅很少菌絲生長 onlya little mycelial growth.

×完全沒有生長 no gro wth.

** S. B. Small black disease pathogen

S. R. Small round disease pathogen

小粒菌核病菌在馬鈴薯培養基中培養，隨著菌絲的生長，菌核會在接種源的周圍慢慢的形成；待菌絲長滿培養皿時則大量而快速的形成菌核，菌核由菌絲凝聚而成，初爲白色，成熟後成爲黑色。小粒菌核病菌在不同水份潛勢，置於各種溫度下培養30天後，調查其形成菌核的能力。結果如表2.所示。12°C 時小黑在各種水份潛勢下皆無法產生菌核；而小球在－1、－5.573及－10.012 bar 時尙能形成少量的菌核。小黑在16、20、24、28及32°C 等溫度中，水份潛勢若高於 －40.849 bar 時皆能形成菌核，若低於－63.257 bar 時則不能形成菌核。而小球在 16 及 20 °C，水份潛勢低於－40.849 bar 時不能形成菌核；但溫度爲 24、28 及 32 °C 時水份潛勢必須低於 －63.257 bar 時，小球菌才無法形成菌核。同一水份潛勢下小黑菌核形成量隨溫度的升高而漸增；而小球菌核形成量亦隨溫度升高而增多至 28 °C 時達最高峯，而溫度再增加至 32 °C 時菌核形成量則減少。同一溫度下無論小黑或小球菌核形成量皆隨水份潛勢的降低而降低。除 12 °C 外在各種溫度及水份潛勢下小黑形成的菌核數都較小球爲多。在 32 °C 時水份潛勢在 －81.676 bar 以下，無論小球或小黑的菌核經一個月的培養仍無法生長。

三、不同水份潛勢對小粒菌核病菌菌核發芽的影響：

以稻稈爲基質所培養的小球、小黑菌核置於各種含有不同水份潛勢的培養基中置於室溫下（26±2 °C）的發芽率（圖3），顯示菌核的發芽率隨着水份潛勢的下降而降低，至 －63.257 bar 時，二菌之菌核皆無法發芽。在水份潛勢爲－1 bar 時菌核發芽率最高，小黑爲42.55%，而小球爲96.40%。小球菌在含各種水份潛勢之培養基內的菌核發芽率皆顯著的較小黑菌爲高。

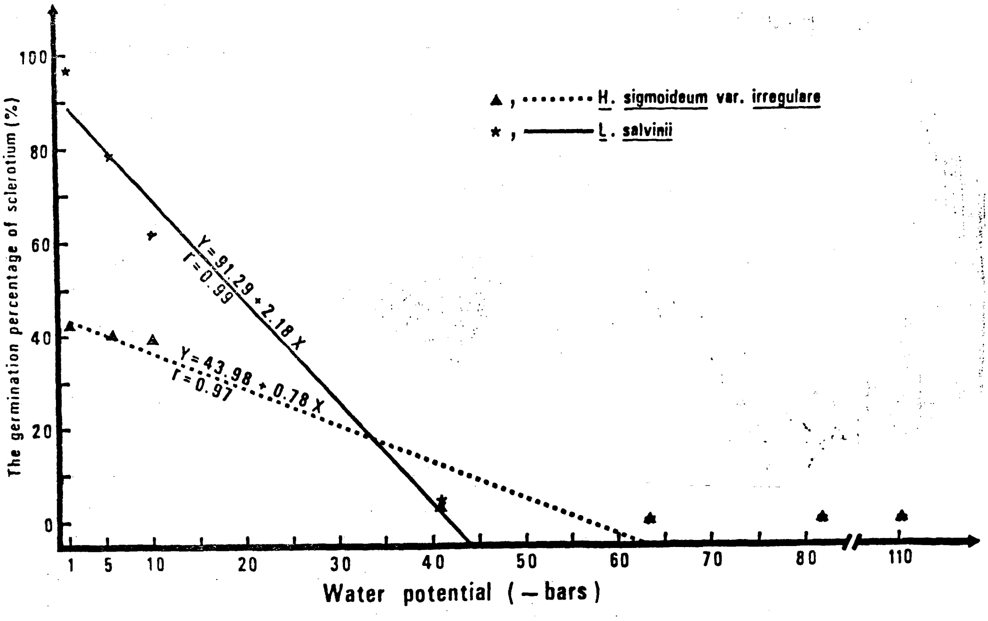


圖3. 水稻小粒菌核病菌菌核在不同水份潛勢下的發芽率

Fig 3. The germination percentage of sclerotia of rice stem rot pathogens at different water potential.

討 論

羅氏等[5] 於 1966年調查小粒菌核病菌在土壤中垂直分佈的情形，發現菌核大部份分佈在10公分以內的表土；本試驗調查本省11點水稻田土中菌核的密度，因調查地點的不同，田土中菌核的數量差異很大，最多之點每公克土可採到 410 個菌核，最少僅 7.2 個。土壤中所篩出之菌核的發芽率相當低

[5,9]，本試驗田土中之菌核發芽率僅 0.4 ～ 12.4%，若經 1% NaOCl 消毒後可提高爲 7.3%～26.0%；Webster 等[19]報告，如果取自稻稈內的新鮮菌核之發芽率可高達76～92%。因此除了土壤中之微生物具有靜菌作用[8]外，菌核本身的老化程度也可能是影響菌核發芽的重要因子。

同一種眞菌之不同繁殖體的生理功能所需的最適水份潛勢並不完全一樣，如 *Phytophthora* species 中，*P. megasperma* 在 low organic nutrient agar medium 上之菌絲生長最適水份潛勢在－1～－2 bars[18]，而其胞囊在土壤中的 matric potentials（ψm）大於－25 mb 時才能釋出游走子[11,12]。小粒菌核病菌也有類似情形，小黑、小球菌在水份潛勢爲－63.257 bar 時菌絲生長被抑制；小球菌在－40.849 bar 時菌核形成受抑制，小黑菌則在 －63.257 bar 時才完全不能形成菌核；而無論小黑或小球菌之菌核在－40.849 bar 時仍然有發芽能力。在低溫下菌核較能承受不良環境，小粒菌核病菌之菌核在 20 °C 時可以存活 3 年，25 °C 時可以存活 10～13 個月，而 35 °C 時儘能存活 4 個月[13]；同時菌核在土壤中濕度越低時的存活力越高[9]。小黑、小球對乾旱的忍受程度也受溫度的影響，一般而言在較高的溫度下菌絲的活力或菌核形成的能力對乾旱的忍耐力較低溫度爲强，此可能與本菌是高溫菌（最適生長溫度爲 25—32 °C）[12,15,16] 有關。雖然小黑之菌絲生長（圖 1、2），菌核發芽率（圖 3）較小球爲劣，但本省小黑菌分布較多之原因可能與小黑之生活力較强（如發芽速度快，產胞量多，可形成擬菌核，耐濕性强等）[1]，小黑菌之菌絲耐旱性强與其在乾旱狀況下形成菌核的能力較小球爲强有關。

參考文獻

1. 許永華 1979 稻小球菌核病菌與小黑菌核病菌的比較研究 臺灣大學植物病蟲害研究所碩士論文。
2. 陳其昌、簡錦忠、黃添福 1961，稻菌核性病害之研究 第一報 施肥，品種對於菌核性病害之關係 農業研究 10：40—47。
3. 黃益田 1978 小粒菌核病菌之生態 水稻病蟲害：生態學與流行學（邱人璋編）p. 287-302 中國農村復興聯合委員會刊。
4. 羅淸澤、謝式坪鈺 1964 水稻小粒菌核病之研究 植保會刊 6：1—15。
5. 羅淸澤、丁東海 1966 水稻小粒菌核病生態學之研究 植保會刊 8：27—33。
6. Bockus, W. W. R. K. Webster and T. Kosuge 1978. The competitive saprophytic ability of *Sclerotiu moryzae.* devived from sclerotia. Phytopathology 68：417-421.
7. Keim, R. and R. K. Webster 1974. Effect of soil moisture and temperature on viability of sclerotia of *Sclerotium oryzae.* . Phytopathology 64：1499-1502.
8. Keim, R. and R. K. Webster 1975. Fungistasis of sclerotia of *Sclerotium oryzae.* Phytopathology 65：283-287.
9. Krause, R. A. and R. K. Webster 1978. Sclerotial production, viability determination and quantitative recovery of *Scleratium oryzae* from soil. Mycologia 64：1333-1337.
10. Mac Donald, J. D. and J. M. Duniway 1978. Influence of the matric and osmotic components of water potential on zoospore discharge in *Phytophthora.* Phytopathology 68：751-757.
11. Mac Donald, J. D. and. J. M. Duniway 1978. Influence of soil texture and temperature on the morfality of *Phytophthora cryptogea* and *P. megasperma* zoospores. Phytopathology 68：1627-1630.
12. Nakata, K. and E. Kawamura 1939. Studies on sclerotial disease of rice. Bureau Agric. Minist. Agric. For Japan Agric. Exp. Str. Records 139, 175pp. [Jap.]
13. Nisikado, Y. and K. Hirata 1937. Studies on the longevity of sclerotia of certain fungi, under controlled environmental factors. Rev. Appl. Mycol. 17：128-129.
14. Ou, S. H. 1972. Stem rot. p. 231-247. in Rice diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 368pp.

15. Park, M. and L. S. Bertus 1932. Sclerotial disease of rice in ceylon. 2. *Sclerotium oryzae* Catt. Ceylon J. Sci., Sect. A, 11 : 343-359. (Rev. Appl. Mycol. 11 : 599.)
16. Park, M. and L. S. Bertus 1934. Sclerotial diseases of rice in Ceylon. 4. *Sclerotium oryzae* A strain. Ceylon K. Sci., Sect. A, 12 : 11-23. (Rev. Appl. Mycol. 15 : 114, 1936.)
17. Robinson, R. A. and H. R. Stokes 1949. Tables of osmotic and activity coefficients of electrolytes in aqueous solution at 25°C. Farad. Soc. Trans. 45 : 612-624.
18. Sung, J. -M. and R. J. Cook 1981. Effect of water potential on reproduction and spore germination by *Fusarium roseum* 'Graminearum', 'Culmorum', and 'Avenaceum'. Phytopathology 71 : 499-504.
19. Webster, R. K., J. Bolstad, C. M. Wick and D. H. Hall 1976. Vertical distribution and survival of *Sclerotium oryzae* under various tillage methods. Phytopathology 66 : 79-101.

Studies on Stem-rot Disease of Rice[1]

II. The Population Density of Sclerotia in Rice Paddy and the Effect of Water Potential on the Growth of the Pathogen.

C. C. Chien[2], F. M. Thseng[3], and L. C. Shieh[3]

Summary

The population density of the sclerotia causing stem rot in paddy rices was surveyed at 11 locations in Taiwan. The highest population, 410 sclerotia/g soil, was recorded in Wan-Luan, and the lowest, 7.2 sclerotia/g soil, in Shuang-lung. The effect of water potential on the mycelial growth of rice stem rot pathogens varied among temperatures. In general, the ability of mycelial growth and the sclerotial formation were more endurable to drought in higher temperatures (24, 28, 32 °C) than in lower temperatures (12, 16, 20 °C). Although the rate of mycelial growth and sclerotial germination of the small round disease pathogen were superior to that of small black disease pathogen in all different to drought water potentials. However, the resistance of mycelium to drought and the ability of sclerotial formation under drought condition, the small round disease pathogen was inferior to the small black disease pathogen.

1. Contribution No. 1110 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2, 3. Senior Plant Pathologist and Research Assistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(3) : 286～291 (1983)

臺灣稻縱捲葉蟲天敵之調查[1]

陳 健 忠　　邱 瑞 珍[2]

摘要：本研究自民國70年7月至72年1月在本省13個地區之稻田調查稻縱捲葉蟲天敵，共採得天敵25種，包括21種寄生性昆蟲，2種病原菌及2種捕食性蜘蛛。寄生性天敵中以毛小蜂科之 *Trichogramma chilonis* 與小繭蜂科之 *Apanteles cypris* 在稻田中發生最為普遍。另發現12種重複寄生蜂寄生於小繭蜂，寄生率約33.2%。本蟲越冬於稻田雜草上之幼蟲，被寄生率較在稻田中者為高。在二期稻作田間，寄生蜂之棲羣變動與稻縱捲葉蟲各蟲期之發生情況有關。

近年來水稻縱捲葉蟲 (*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee, Pyralidae) 在本省中、南部地區二期作稻田發生相當普遍，其幼蟲縱捲稻葉藏身其內，取食表皮及葉肉組織，常致葉片枯死，影響穀粒稔實。據鄭清煥氏 (1982，未發表) 之試驗，在水稻乳熟期每10稻叢接成蛾8對，其次代幼蟲將造成稻穀之損失量達 41.65%，所以目前此蟲在本省被視為僅次於褐飛蝨之水稻主要害蟲。由於雌蛾所產之卵多數散生於田間稻株上，故一旦發生多時蔓延甚速被害稻株分散，仍需全面施藥。又其幼蟲係在捲葉內生活，施藥防治常無法獲得良好之殺蟲效果，因此費工費時反而增加農民負擔；又其卵、幼蟲、蛹及成蟲在田間常被天敵寄生或捕食，因此對本蟲有效天敵之蒐求與瞭解，適當地加以保護與利用，希望藉生物防治效果而減少稻田之施藥次數，減低農民之用藥費用，同時也可避免農藥對其他稻蟲天敵所造成之毒害。

有關該蟲之本省天敵資料，陳慶忠氏等曾在田間發現 3 種天敵 (7)，嚴奉琰氏則彙編本蟲寄生性天敵 7 種 (8)，除此別無資料可稽。本研究乃對該蟲之天敵進行廣泛之調查與採集藉以瞭解其種類及其在田間之發生情況，並探討天敵對稻縱捲葉蟲之防治潛能，提供田間防治該蟲之參考。

材料與方法

一、稻縱捲葉蟲天敵之調查

筆者等於民國70—72年間在萬豐、草屯、西螺、民雄、嘉義、新化、下營、鳳山、潮州、三地門、埔里、花蓮、新城等地區之稻田及幼蟲越冬之雜草上採集稻縱捲葉蟲之幼蟲及蛹、携回室內繼續飼養至其成蛾或天敵羽化；鑑定天敵種類並記錄其數目。卵寄生蜂之調查係將室內飼養之稻縱捲葉蟲成蛾置於 27×38 cm 之塑膠袋內，待產卵後將塑膠袋剪開將其固定於田間稻葉上使著卵面向上，隔天收回，待被寄生卵變黑後記錄其數目，並將羽化出之成蜂製成玻片標本備供鑑定。

二、稻縱捲葉蟲與其寄生性天敵田間棲羣消長之調查

於本所農場設一不施藥稻田，面積為 0.1公頃，分為3小區，種植臺農67號水稻。自70年二期作水稻移植後第16天起每隔2星期於每小區固定調查 420 叢，記錄其被害葉數，並於每小區沿對角線

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1111號。本研究承農業發展委員會補助部分經費，本系林珪瑞先生、周樑鎰先生代為鑑定天敵種類謹此誌謝。
2.臺灣省農業試驗所應用動物系助理、研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

用掃網掃 120 次，藉以調查稻縱捲葉蟲之寄生性天敵。

結果與討論

一、稻縱捲葉蟲之天敵種類

稻縱捲葉蟲之天敵據筆者等在本省中、南部及花蓮地區之稻田調查，共採得寄生性昆蟲21種、捕食性蜘蛛 2 種、病原菌 2 種（如表 1），加上本省已記錄之 2 種寄生蜂及 1 種寄生性線蟲 [8]，共有28種。

表1. 臺灣稻縱捲葉蟲之天敵

Table 1. Natural enemies of *Cnaphalocrocis medinalis* in Taiwan

天敵 Natural enemies	寄主蟲期 Host stage	占寄生性天敵之百分比 % of parasitic species 卵期 E	幼蟲或幼蟲至蛹期 L or L-P
Parasitoids			
Trichogrammatidae			
Oligosita sp.	E	0.2	
Trichogramma chilonis	E	96.4	
T. japonicum	E	3.4	
Braconidae			
Apanteles cypris	L		47.7
Cardiochiles laevifossa	L		9.3
Chelonus tabonus	L		1.4
Macrocentrus sp.	L		0.9
Ceraphronidae			
Ceraphron sp. A	L		1.6
Chalcididae			
Brachymeria (s. s.) *excarinata*	L-P		0.7
Elasmidae			
Elasmus philippinesis			
Elasmus sp.	L-P		1.2
Eulophidae (1sp.)	L-P		0.9
Eurytomidae	L-P		0.9
Eurytoma sp.	L-P		0.2
Ichneumonidae			
Eriborus vulgaris	L		10.5
Itoplectis naranyae	L-P		1.2
Temelucha philippinensis	L		3.5
Trichomma cnaphalocrocis	L-P		18.0
Triclistus aitkini	L-P		0.5

Pteromalidae			
Trichomalopsis apanteloctena	L-P		0.7
T. shirakii	L-P		0.2
Tachinidae (1 sp.)	L-P		0.5
Pathogens			
Bacillaceae			
Bacillus thuringiensis	L		
Fungi (1 sp.)	L		
Predators			
Spider			
Clubiona sp.	A		
Tetragnathus sp.	A		

所採得之寄生蜂數量依百分比而言，3種卵寄生蜂中以 *Trichogramma chilonis* 占 96.4% 爲最高，該種顯屬稻縱捲葉蟲卵期之最重要天敵。其在71年二期稻作之寄生率達52.9% (邱、陳1982，未發表資料) 。*Oligosita* sp. 僅占 0.2%，該蜂乃常見之稻蝨卵寄生蜂[3]，其寄生於稻縱捲葉蟲之卵似屬偶發的情形。18 種幼蟲與蛹之寄生性天敵中，除 1 種爲寄生蠅外，其餘皆爲寄生蜂類，以 *Apanteles cypris* 占 47.7%，爲最高，其次爲 *Trichomma cnaphalocrocis* 18.0%, *Eriborus vulgaris* 10.5% 及 *Cardiochiles laevifossa* 9.3%。其餘種類均占3.5%以下；此4種發生百分比較高之天敵，在各採集地區均普遍出現，其分布情況並無特殊之處。*Ceraphron* sp., *Elasmus philippinensis*, *Elasmus* sp., 及 Eulophidae 之1種，均屬多員寄生(polyparasitism)蜂類，自田間採回之被寄生稻縱捲葉蟲幼蟲，每隻可羽化出 3—9 隻同種之寄生蜂。*E. vulgaris*、*Temelucha philippinensis*、*Itoplectis naranyae*、*A. cypris*、*Brachymeria excarinata* 在中國大陸[2]與 *T. cnaphalocrocis*、*B. excarinata* 在菲律賓[9]均屬稻縱捲葉蟲之天敵。

70至71年，在萬豐、西螺、民雄、嘉義、新化、下營、鳳山、潮州、三地門、埔里、花蓮等11地區之一、二期作稻田，採集調查稻縱捲葉蟲被寄生率爲 9.7—60.0%，平均 24.0%。二期稻作收穫後少數稻縱捲葉蟲仍棲息於再生稻上，但大部分遷移至附近雜草上越冬，常見者如莎草 (*Cyperus* sp.)、芒稷 (*Echinochloa colonum*)、野稗 (*Echinochloa crus-galli*)、牛筋草 (*Eleusine indica*)、李氏禾 (*Leersia hexandra*)、毛穎雀稗 (*Paspalum conjugatum*)、雙穗雀稗 (*Paspalum distichum*) 等是；已知其幼蟲可在野稗、毛穎雀稗、李氏禾上發育至成蟲[1,6]。71年11月至72年1月在萬豐、草屯、新化、杉林、潮州等5地區雜草上採得越冬幼蟲，其被寄生率約 24.3—100%，平均約52.1%；較之在稻田中採得者爲高。在越冬期由於其棲息環境僅限於稻田附近之雜草及少數旱作如小麥、玉米或甘蔗，生存空間不大，又缺乏適合其生長之寄主植物，在氣溫降低時其各蟲期之發育因而延緩，均使天敵寄生之機會增加，可能爲其被寄生率增高之原因。

在室內飼育採自田間之稻縱捲葉蟲幼蟲，共飼得重複寄生蜂12種(如表 2)，其中除*Elasmus* sp. 同時寄生於小繭蜂與姬蜂外，餘則均爲小繭蜂之重複寄生蜂，寄生率約33.2%，顯示重複寄生蜂對田間天敵小繭蜂之棲羣增長影響甚鉅。

二、田間之稻縱捲葉蟲及其寄生性天敵之棲羣消長情形

本調查自70年二期作水稻移植後第16天，即8月12日開始進行420指定稻叢之調查，後因10月下旬該期作之部分稻叢受褐飛蝨爲害倒伏而無法調查，但仍繼續進行稻縱捲葉蟲發生之觀察至水稻收穫

表2. 臺灣稻縱捲葉蟲之重複寄生蜂

Table 2. Hyperparasitoids of *Cnaphalocrocis medinalis* in Taiwan

重複寄生蜂 Hyperparasitoids	寄主 Host	占各種之百分比 % of speices
Ceraphronidae		
Ceraphron sp. A	Braconidae	24.6
Ceraphron sp. B	Braconidae	2.9
Chalcidididae		
Brachymeria (s. s.) *excarinata*	Braconidae	2.9
Elasmidae		
Elasmus philippinensis	Braconidae	4.3
E. sp.	Braconidae & Ichneumonidae	4.3
Eulophidae		
Tetrastichus sp.	Braconidae	4.3
1sp.	Braconidae	4.3
Eurytomidae		
Eurytoma sp.	Braconidae	13.0
Ichneumonidae		
Diatora prodeniae	Braconidae	15.9
Stictopisthus sp.	Braconidae	1.4
Pteromalidae		
Trichomalopsis apanteloctena	Braconidae	5.8
T. shirakii	Braconidae	15.9

爲止；發現在二期作期間縱捲葉蟲可發生 3 代，此與貢穀紳[4]、陳秋男[5]兩氏之觀察報告相同。由圖 1 之被害葉數增加情形顯示第一世代幼蟲期係在 8 月中、下旬至 9 月下旬，第二世代幼蟲期係在10月上旬至11月上旬；但第三世代幼蟲在11月中旬出現時稻株已經倒伏。

由掃網所採得之天敵種類皆屬寄生蜂類。圖 1 顯示田間卵寄生蜂之發生高峰有二。其一在 8 月上旬成蛾侵入本田時，另一在 9 月下旬第一世代成蛾出現後，繼以幼蟲發生卵寄生蜂之棲羣隨即下降，而幼蟲寄生蜂則隨著稻縱捲葉蟲幼蟲棲羣之增長而增加，由於一些寄生蜂類係在稻縱捲葉蟲老熟幼蟲或蛹期才羽化，因此第一世代幼蟲發生初期，其幼蟲寄生蜂之增加，部分可能是由他處進入本田。幼蟲寄生蜂在第一世代成蛾出現期達到高峰後漸趨下降，此可能又與重複寄生蜂之存在有關，但仍較其他時期之寄生蜂棲羣爲高，其高峰期約與卵寄生蜂之第二高峰同時。

綜合以上所述，寄生蜂之棲羣與稻縱捲葉蟲各發育期之棲羣發生及變動關係密切，寄主卵出現後卵寄生蜂隨之增加，寄主幼蟲發生則幼蟲寄生蜂亦隨之增多，在田間自然環境下，天敵確已發揮了抑制害蟲棲羣增長之效能。不過在未施藥之稻田中寄生率雖較高[6]，但仍無法有效地遏止稻縱捲葉蟲之增殖爲害。本所目前已能大量繁殖卵寄生蜂 *T. chilonis*（邱、陳，1982未發表資料），若能配合田間稻縱捲葉蟲成蛾之侵入及第一世代成蛾之發生期，大量釋放卵寄生蜂，以遏制此蟲之爲害，此項生物防治之新措施似値一試。

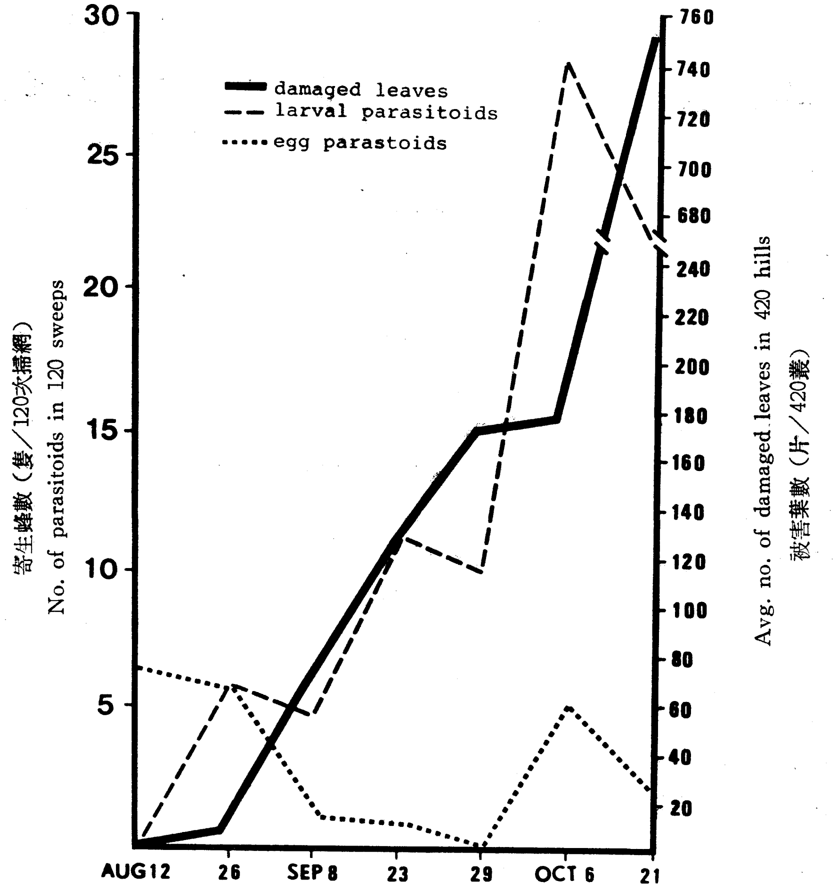


圖1. 臺中萬豐稻縱捲葉蟲爲害稻葉數及其寄生蜂棲羣之消長（七十年二期稻作）
Fig. 1. Number of leaves damaged by *Cnaphalocrocis medinalis* and population fluctuations of its parasitoids. (2nd rice crop, 1981, Wangfeng, Taichung)

參 考 文 獻

1.何坤耀 1982 不同寄主植物對瘤野螟生長之影響。臺大植物病蟲研究所碩士論文，70pp.

2.何俊華、陳樟福、徐加生 1979 浙江省水稻害蟲天敵圖册，210pp.

3.林珪瑞 1974 臺灣僞黑尾葉蟬及褐飛蝨之寄生天敵。農業研究 23 (2) ：91—115。

4.貢穀紳 1954 燈光誘集瘤野螟蛾之分析。農林學報3 ：1—20。

5.陳秋男 1982 水稻縱捲葉蟲的生態與防治研究。中央加强農建植保基本研究計畫報告 210pp.

6.陳秋男、蘇文瀛 1980 水稻縱捲葉蛾（*Cnaphalocrocis medinalis* Guenee）之生態觀察初報（摘要）。植保會刊 22：442—443。

7.陳慶忠、王玉沙 1978 臺灣中部稻縱捲葉蟲生活史及水稻品種抵抗性之調查。 臺中農改場研究彙報新（2）：58—69。

8.嚴奉琰 1973 臺灣害蟲之天敵。臺大農學院植物病蟲害系編 106pp.

9.Barrion, A. T., J. P. Bandong, M. D. Lumaban, P. C. Pantua, R. A. Apostol and J. A. Litsinger 1979 Natural enemies of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* in the Philippines. IRRN 4 (2)：18.

A Survey on Natural Enemies of the Rice Leaf Roller in Taiwan[1]

Chien-Chung Chen and Shui-Chen Chiu[2]

Summary

A survey on the natural enemies of the rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis*, was conducted at 13 sites in Taiwan from July 1981 to January 1983. In all, 25 species of natural enemies, including 21 parasitoids, 2 pathogens, and 2 predacious spiders were collected. Among these parasitoids, *Trichogramma chilonis* and *Apanteles cypris* were found more abundant in paddy fields. Twelve hyperparasitoids were reared from parasitic braconids of almost 33.2% of parasitism. Particularly higher rates of parasitism were found to larvae feeding on winter weeds than on rice plants. The population of parasitic Hymenoptera changed in direct correlation with different stages of the rice leaf roller in the 2nd rice crop.

1. Contribution No. 1111 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was finantially supported in part by CAPD.

2. Research assistant and senior entomologist, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

(Jour. agric. Res. China) 中華農業研究32(3)：292~302 (1983)

A Systematical Study of Insecticide Residues on Vegetables

I. The Influences of Plant Varieties on the Deposition and Dissipation of Insecticides[1]

By

Wen-tai Lee and Edward Y. Cheng[2]

Abstract: The after-spray deposition of insecticides on twenty-four different vegetables were compared and analyzed in regard to the morphological characteristics of plants at different growing stages. The total amount of insecticide deposited on plants is directly related to the surface-to-mass ratio (SMR) of that plant. The surface deposition rate of insecticide (SDR) has been calculated for all tested vegetables. Several exceptional high SDR vegetables due to their special plant configurations were detected in this study.

The rate of insecticide dissipation depends on the nature of insecticide and the influence of environmental factors as well as the plant structure. Tighter-structured vegetables tend to prevent the insecticide residues from the outside impacts and thus slow down the dissipation so as to leave more residues on marketable-size vegetables.

The dissipation patterns of same insecticide on six different small leafy vegetables were very similar and with only minor differences among them.

Of all the farming crops, the vegetable cultivation is particularly intensive in regard to labor, fertilizer and pesticides. Since the sub-tropical and tropical climates of Taiwan favors the insect population to flourish on vegetation, using insecticides to protect the crops from the insect attack is usually necessary. Pesticides not only increase the production cost but aslo create residual problem on marketed crops. To control the pesticide residues on vegetables under a tolerable limit in Taiwan is a hard work, because there are more than forty species or varieties of vegetables available in anytime of the year. More than that, most of the vegetables are grown in many small farms which were distributed in different regions. We are not sure that every farmer was aware of the

---

1. Contribution No. 1112 from Taiwan Agricultural Research Institute and the study is partially supported by CAPD research grants 1981-5.1-01 (02) and 1982-4.1-39 (05). Thanks due to Miss Seb-bay Jean and Miss Chun-be Jean in assisting the preparations.

2. Research assistant and Senior entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, Republic of China.

undesirable consequence of too much residues were left on the vegetables

In order to acquire the needed information of pesticide residues on vegetable crops, the Pesticide Research Laboratory of Taiwan Agricultural Research Institute has decided to evaluate this important subject systematically. In this report, we presented the first part of investigation and that is the impacts of plant varieties and characteristics on the deposition and dissipation of pesticides.

Materials and methods

Tested crops and the experimental design: Total of twenty-four species or varieties were closely studied and the complete list was presented in Table 1. The age or the

Table 1. The chinese name, common name and scientific name of tested vegetables.

表1.供試蔬菜之中名，英文名及學名

Chinese name	Common name	Scientific name
莧菜	Edible amaranth	*Amaranthus mangestanus* L.
甜椒	Bell pepper	*Capsicum annuum* L.
扁蒲	Bottle gourd	*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl
青花菜	Broccoli	*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.
花椰菜	Cauliflower	*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.
芹菜	Celery	*Apium graveolens* L. var. *dulce*
結球白菜	Pe-tsai, chinese cabbage	*Brassica pekinensis* (Lour) Rupr.
芥藍	Chinese kale	*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.
韮菜	Chinese leek	*Allium odorum* L.
甘藍	Cabbage	*Brassica oleracea* var. *capitata* L.
胡瓜	Cucumber (s. & 1.)	*Cucumis sativus* L.
茄子	Egg plant	*Solanum melongena* L.
茼蒿	Garland chrysamthemum	*Chrysanthemum coronarium* L.
大蒜	Garlic	*Allium sativum* L.
球莖甘藍	Kohlrabi	*Brassica caulorapa* Pasq.
小白菜	Pai-tsai	*Brassica chinensis* L. var. *pai-tsai*
青梗白菜	Pak-choi	*Brattica chinensis* L. var. *pak-choi*
豌豆夾	Edible-podded pea	*Pisum sativum* L. var. *macrocarpon*
油菜	Field mustard	*Brassica campestris* L.
四季豆、菜豆	Snapbean	*Phaseolus vulgaris* L.
菠菜	Spinach	*Spinacia oleracea* L.
蕃茄	Tomato	*Lycopersicon esculentum* Mill.
蕹菜	Water convolvulus	*Ipomoea aquatica* Forsk
葱	Welsh onion	*Allium fistulosum* L.

maturity of the vegetables were determined by the weight of the plant rather than the length of growing period to avoid the seasonal fluctuation which may change the length of growing period. Samples were weighed and counted first and then the total plant surface was determined and recorded in a Li-cor area meter. ®

In the experiments of leafy and stem vegetables, the plants were seeded at four evenly spaced dates over their expected growing periods to provide the same vegetable of four different sizes for the insecticide treatment and the subsequent samplings. In this way, all environmental conditions of pre-sampling period would be the same for all treatments. The insecticide treatments were carried out whenever the largest plant reached the marketable size.

For those continually harvested vegetables such as cucumber, tomato, edible podded-pea, etc., all plots were planted at the same time, and the insecticide treatments were conducted when the production reached the peak stage. In this way, enough fruit-type vegetables of various sizes can be picked and sorted into four different sizes or age groups for the pesticide residue determinations and the dissipation study was not carried out in this group of vegetables.

Insecticide treatments and analysis : In order to minimize the possible bias, we tested two insecticides on all vegetables and counted on that two sets of data would provide a more reliable result. Carbaryl 85% w. p. and chlorpyrifos 25% w. p. were chosen and diluted to 1,200 and 1,000 fold respectively for spraying. The dilution for each compound was referred from the Plant Protection Manual of 1982 edition [1]. All insecticide sprays were performed in the morning before ten o'clock and the first sampling was collected three hours later, and other samples were collected on the 3rd, 6th, 9th, 12th and 15th day. One kilogram of vegetable was collected randomly from test plots and stored at $-20°C$ before the chemical analysis. Samples were first macerated in a food chopper to obtain a homogenous blend, and from which three sub-samples of ten gram each were removed for extraction and clean-up. Analysis results were the average of three replicates.

Carbaryl analysis : each sub-sample was extracted by blending in 50 ml acetonitrile for one minute followed by filtration. The cake was extracted one more time in another 25 ml acetonitrile. Two filtrates were combined and concentrated to 30 ml under reduced pressure before transferred into a 500 ml flask and mixed with 200 ml 2% NaCl solution. The mixture was extracted with dichlormethane three times at volumes of 50 ml, 25 ml and 25 ml respectively. Three dichlormethane extracts were combined and evaporated to dryness before adding 10 ml n-hexane to dissolve the residue in the bottle for further clean-up. Next, the n-hexane solution was loaded in charcoal florsil column and washed with 50 ml of 10% ether in n-hexane mixture. The column was then eluted with 110 ml 20% n-hexane in dichlormathane. The first 40 ml aliquots was discarded and the next 60 ml was collected for the carbaryl residue determination. The solution was evaporated to dryness before proceeded to the trifluoroacetic anhydride (TFA) derivatization after the Lee's method [2] with certain modifications. The sample flask was first added 0.2 ml TFA, 0.1 ml pyridine and 0.2 ml ethyl acetate then mixed well to react in room

temperature for 30 minutes. After incubation, added 0.3 ml ether and 5 ml n-hexane into the sample and shaked well, then added 10 ml distilled water and shaked again. Once the separation of organic and aqueous phases were completed, the organic layer was pipetted into a dry glass vessel containing sodium sulfate anhydrous to remove water and the solution was ready for the GLC analysis.

Chlorpyrifos analysis : sub-samples were extracted by blending with 50ml methanol for one minute followed by filtration. The cake was extracted one more time in 25 ml methanol and the combined filtrate was ready for the clean-up. The filtrate and 200 ml 2% NaCl were mixed in a 500 ml separation funnel with 50 ml n-hexane. The mixture was shaked hard for one minute before separating the n-hexane fraction. The procedure was repeated two more times and each time with 25 ml fresh n-hexane and then combined three n-hexane fraction in a 500 ml flask, followed by adding 4 gram of absorbant mixture (charcoal : celite : sodium sulfate anhydrous at 1 : 1 : 14) and then shaked for 30 minutes on a shaker before filtering. After recorded the total volume of filtrated solution, the samples were submitted to the GLC determination.

Residues determination and recoveries : instrumental parameters for each compound are listed in Table 2. Recovery of chlorpyrifos was checked by fortification of untreated chinese kale, pak-choi and egg plant. The recovery of carbaryl was checked by fortification of untreated field mustard, cabbage, snap-bean and egg plant. The average recovery ranges were listed in Table 2. Residue data presented in this report were corrected for recovery loss.

Table 2. Instrumental parameters and recovery ranges
表2.測定儀器之操作情況及條件，以及回收率

Compound	Column temperature	Carrier gas pressure	Recovery
Carbaryl	200°C	8 lb/in^2	93% (Field mustard) 88% (Cabbage) 87% (Snapbean) 86% (Egg plant)
Chlorpyrifos	225°C	12 lb/in^2	82% (Chinese kale) 84% (Pak-choi) 83% (Egg plant)

other parameters were same for both compounds :
column packing : 3% SE-30 on 100-120 mesh diatomite CQ 1.5m×4mm
injection port temperature : 250°C
detector : electron capture detector
detector temperature : 300°C.

Results

The morphological characteristics of different vegetables of various growing stages were carefully measured and analyzed. The surface-to-mass ratio (SMR) in cm^2/g depends on the plant size and the ratio usually decreases as the plant grows. We have estimated the relationship between the SMR and the plant size of fifteen different vegetables and their regressions were lised in Table 3. In order to make things more comparable among all vegetables, the data of cabbage is chosen to be the common standard in the following analyses and discussion. The SMR, the insecticide detained and the plant size of twenty-four tested vegetables were listed in Table 4. The depositions of both carbaryl and chlorpyrifos on plants have been presented in terms of surface deposition rate (SDR) in ug/cm^2 which represents the insecticide-holding capability of unit plant surface. According to their SMR values, vegetables could be classified into different groups. For examples, the SMR of cabbage is 7.0, if its outer-spread leaves were separately measured from the cabbage head in SMR, two values were 18.7 and 0.8 respectively. When they were compared to the other vegetables in Table 4, the first SMR resembled the small leafy vegetables and the second SMR stood perfectly within the values of fruit-type vegetables. If we examine the column of residues in Table 4, the fact is that the amount of residues followed closely with the magnitude of SMR. Therefore, the available plant surface is the most important factor in determining the amount of initial deposition.

Table 3. The regression of the SMR and the plant weight of tested vegetables

表3. 植株成長中之表面積與重量變化之相關方程。

Plant	Regressional equation	P
Pai-tsai	$y=48.7-0.9086x$	0.07360
Field mustard	$y=44.3-0.6385x$	0.04804
Celery	$y=42.7-0.1834x$	0.00008
Pak-choi	$y=42.6-0.9448x$	0.00004
Spinach	$y=37.1-0.2996x$	0.00797
Chinese leek	$y=34.4-2.0076x$	0.00017
Chinese kale	$y=31.6-0.2312x$	0.00000
Egg plant	$y=18.1-0.0664x$	0.17023
Garlic	$y=17.8-0.2914x$	0.00243
Snapbean	$y=5.19-0.2637x$	0.03321
Bell pepper	$y=2.61-0.0107x$	0.00983
Cucumber	$y=1.81-0.0022x$	0.01208
Bottle gourd	$y=1.71-0.0009x$	0.00272
Tomato	$y=1.33-0.0037$	0.00168

y=the SMR in cm^2/g. x=the plant weight in g.

no regressional equation can be established for the garland chrysamthemum and the edible-podded pea,

Table 4. The SMR, the total residue and the SDR of carbaryl and chlorpyrifos on tested vegetables.
表4. 供試24種蔬菜之收穫重量及所測定之表面積重量比，全部着藥量及單位面積着藥量

Plant	SMR	Carbaryl		Chlorpyrifos		Vegetable
	cm²/g	ppm	SDR	ppm	SDR	Size, g
Cabbage	7.0	1.7	0.24	2.6	0.37	1,415.0
Cabbage (outer)	18.7	—	—	11.1	0.60	445.2
Cabbage (head)	0.8	—	—	0.1	0.14	969.8
Edible amaranth	53.9	120.0	2.23	84.2	1.56	5.8
Celery	38.2	49.5	1.30	9.3	0.26	19.4
Pai-tsai	36.0	12.5	0.35	17.4	0.48	13.1
Water convolvulus	35.0	45.9	1.31	16.8	0.48	11.6
Spinach	27.7	9.8	0.35	15.3	0.55	31.4
Field mustard	27.6	10.6	0.39	9.8	0.36	28.9
Pak-choi	27.3	14.9	0.54	15.1	0.55	9.5
Chinese kale	27.0	17.3	0.64	24.1	0.89	20.4
Garlic	26.2	13.5	0.51	5.2	0.20	21.3
Garland chrysamthemum	25.6	10.7	0.42	13.5	0.53	20.6
Edible-podded pea	9.2	2.5	0.27	3.2	0.35	1.9
Egg plant	8.9	0.9	0.10	0.4	0.04	139.2
Snapbean	2.2	2.1	0.97	0.8	0.37	13.9
Bell pepper	1.7	10.5	6.08	1.4	0.80	80.4
Cucumber, small	1.0	0.8	0.80	0.2	0.22	278.4
Cucumber, large	0.7	0.9	1.27	0.3	0.42	587.3
Bottle gourd	0.6	1.6	2.83	0.3	0.49	1,018.8
Tomato	0.6	1.2	2.00	0.15	0.24	215.8
Kohlrabi	0.5	trace	trace	0.6	1.24	613.8
Chinese leek	147.9	—	—	13.2	0.09	9.5
Welsh onion	75.6	—	—	3.8	0.05	17.3
Cauliflower	—	7.1	—	2.8	—	442.3
Broccoli	—	6.2	—	3.2	—	370.0

The aspect that we did not explored in this study is the individual effect of fine structure and configuration of plants. But several indications in this aspect can be found in Table 4. For example, the egg plant is extremely low in SDR which matched the fact that insecticide spray can not stay on the silky-smooth surface. On the other hand, although the bell pepper also has the waxy surface, the concave groove a configuration factor-around the sepal of marketable size bell pepper can withhold three to six milli-litres of insecticide sprays and hence raises its SDR reading.

During the chemical analysis, both welsh onion and chinese leek produced certain unknown chemicals which interfered the analysis of carbaryl and hence could not provide two sets of residue information as we wanted for investigation. Nevertheless, attention should be paid to welsh onion and chinese leek due to their high SMR which implicated the potential hazard of high residue if the insecticides were used on them. In order to obtain a more objective view, we compared the SMR, SDR and the total deposition of insecticide of all tested vegetables to those of cabbage to obtain relative values of SMR, SDR and total deposition. The final figures of r-SDR and r-residue were the average of both carbaryl and chlorpyrifos tests and were listed in Table 5.

Table 5. The relative-residue, the relative-SMR and the relative-SDR of twenty-four vegetables compared to cabbage.

表5. 供試 24 種蔬菜測定數據對甘藍菜之相對值

Plant	r-Residue	r-SMR	r-SDR
Cabbage	1.00	1.00	1.00
Cabbage (outer)	—	2.67	—
Cabbage (head)	—	0.11	—
Edible amaranth	51.49	7.71	6.68
Water convolvulus	16.73	5.02	3.33
Celery	16.45	5.46	3.01
Chinese kale	9.73	3.87	2.51
Pak-choi	7.28	3.92	1.86
Pai-tsai	7.02	5.15	1.36
Spinach	5.82	3.97	1.47
Garland chrysamthemum	5.74	3.67	1.56
Field mustard	5.01	3.96	1.27
Garlic	4.96	3.75	1.34
Bell pepper	3.37	0.24	13.74
Edible-podded pea	1.35	1.31	1.03
Snapbean	0.78	0.31	2.52
Bottle gourd	0.51	0.08	6.56
Tomato	0.37	0.09	4.26
Egg plant	0.34	1.28	0.27
Cucumber, large	0.33	0.10	3.30
Cucumber, small	0.27	0.15	1.86
Kohlrabi	0.12	0.07	1.71
Chinese leek	—	21.13	—
Welsh onion	—	10.80	—
Cauliflower	2.62	—	—
Broccoli	2.43	—	—

We traced the r-SDR of several vegetables at different growing stages and the general tendency indicated that younger plants were high in r-SDR compared to old or more matured plants. It seems that the tighter configuration and hairier surface of young plant resulted in this phenomenon and the test results were presented in Fig. 1.

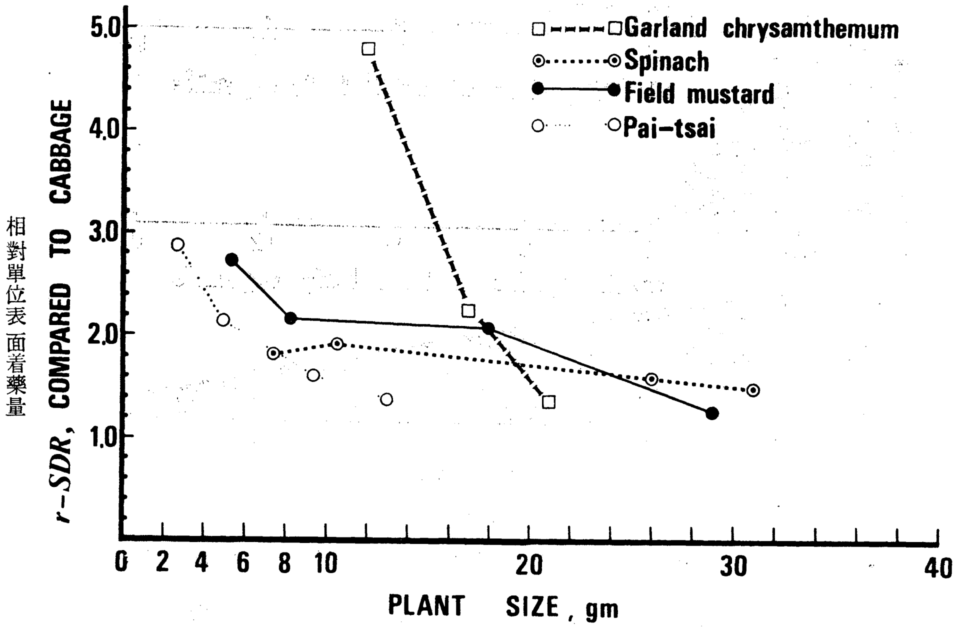


Fig. 1. The variation of r-SDR of four small leafy vegetables in relation to plant size.

圖1. 小葉菜之相對單位表面着藥量隨生長變化之情形

In the insecticide dissipation study, six different small leafy vegetables were treated with carbaryl and chlorpyrifos separately and the dissipation patterns of both insecticides were compared in Fig. 2 (a) and 2 (b). Although the tests were carried out in different seasons which covered a period of six months, the dissipation of chlorpyrifos in all six small leafy vegetables were very close. After six days, the chlorpyrifos residues fell to only 5% of what that plant initially received. The disappearance of carbaryl in same six vegetables shown greater variation than that of chlorpyrifos in the first week, but at the end of the ninth day, the carbaryl residues in all six vegetables fell below 10% of what plant originally received. In general, the dissipation of carbaryl is slower than that of chlorpyrifos. Since both insecticides were tested in the same time and in the same field, the difference may due to their formulations or physical-chemical natures.

However, the dissipation of both insecticides on small leafy vegetables were far apart from the disappearing pattern of chlorpyrifos on large leafy vegetables. The dissipation of chlorpyrifos on cabbage and chinese cabbage were so similar and were combined in Fig. 2 (c). The slow disappearing rates of insecticide on both tight-structured vegetables reaffirmed the need of more study in plant-specific factors when we investigate the

residue behavior on different vegetables.

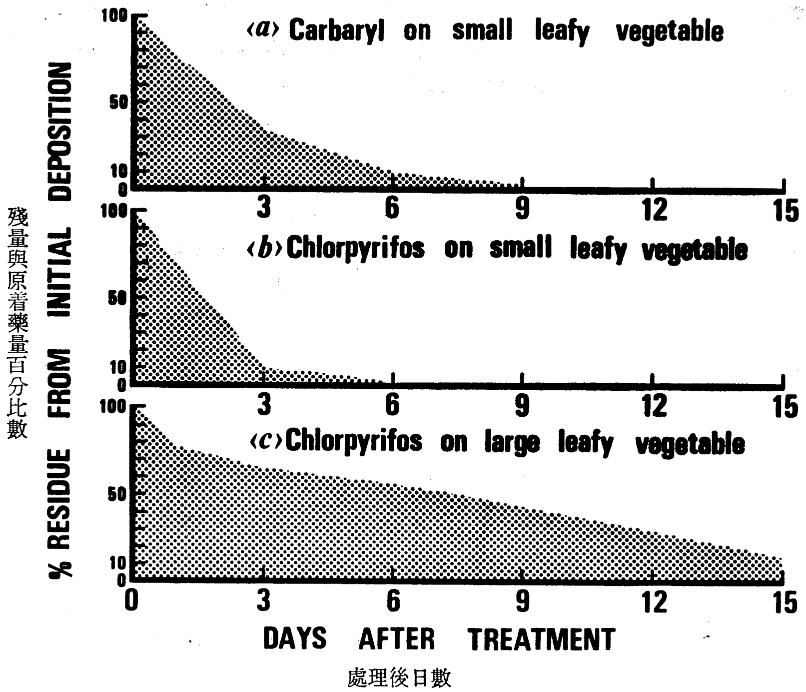


Fig. 2. The comparison of dissipations of two insecticides on small and large leafy vegetables.

(a) averaged results of carbaryl dissipation on six small leafy vegetables.*

(b) averaged results of chlorpyrifos dissipation on six small leafy vegetables.

(c) averaged results of chlorpyrifos dissipation on cabbage and chinese cabbage.

* six small leafy vegetables were spinach, chinese kale, pai-tsai, field mustard, garland chrysamthemum and pak-choi. testing period covered a period from September to March.

圖2. 殺蟲劑在小葉菜及包葉菜上消退情形之比較

Discussion

In this investigation, we intended to find out the information of insecticide retaining ability, the biological dilution factor and the residue dissipation patterns of different vegetables. In hoping to establish a predicting system to estimate the possible fate of an insecticide of known characteristics on a particular vegetable crop. Such a system will save time and labor by merely testing several selected vegetables under the standard experimental condition. The test results will provide information for an accurate residue prediction on other vegetables. Since the system is designated for the practical use, no attempts have been made to investigate any particular plant morphology which may influence the deposition and persistence of insecticides.

Results of this study have clearly indicated that the variation of residue on a plant is more complicated than expected. The fact can be verified by simply examining the wide range of measurements which we obtained in both plant characteristics and residues. Another difficulty about the pesticide residue investigation is that the amount of residue

which deposited on a target plant and its dissipation are dynamic matters and they relied upon both the changing morphology of growing plants and the variation of environmental conditions. Bewaring the residue problem might have different degree of seriousness on various vegetables, Braun et al.[3] examined the dissipation of commonly used insecticides in six minor vegetable crops in Canada and made certain comparison among plant morphology in relation to the dissipation of residues. Unfortunately, not many other works in this regard have been done so far.

In general, we believed that the attention should be paid to the SMR and the SDR of a target vegetable. The cucumber and the egg plant have provide distinctive examples in illustrating our opinion. The cucumber is high in SDR and low in SMR, on the other hand, the egg plant is low in SDR and high in SMR and the combined results indicated that the egg plant has retained similar amount of residue as that of cucumber, even though the two main contributing factors were stood at opposited extremes.

We would also like to point out that the plant characteristics are not the only important factor in determining the possible hazard of residues. For example, amaranthus and water convolvulus have high SMR readings and SDR values, but both vegetables were scarcely in need of insecticide treatments in cultivation. On the other hand, cruciferous group vegetables were constantly in need of insecticide treatments to relief threats of many serious insect pests in Taiwan, and they possessed greater threat in residue hazards.

Currently, the cabbage is the most tested vegetable in providing the pesticide residue information for the registration purpose. From what has been found in our investigation, it is clear that cabbage is not particiulaly good in representing neither the total deposition nor the dissipation of a tested insecticide on many other vegetables. We therefore suggested that at least one model vegetable should be selected from each morphologically related group for the insecticide residue investigation and this viewpoint is also shared by the recommendation of Codex Committee on Pesticide Residues[4]

References

1. Plant Protection Manual, 1982 edition. 植物保護手册．臺灣省政府農林廳編印。
2. 李國欽，梁儷靜，史賢聰，林浩潭 1979． Dursban 之殘量分析法及其在糙米，香蕉，茶葉上的殘留量．臺灣植物保護中心技術專刊 5 ：40-45.
3. Braun, Heinz B., Gwen M. Ritcey, Richard Frank, Freeman L. McEwen and Brian D. Ripley 1980. Dissipation rates of insecticides in six minor vegetable crops grown on organic soils in Ontario, Canada. Pestic. Sci. 11 : 605-616.
4. Codex Committee on Pesticide Residues. 1982. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue limits.

蔬菜農藥殘留問題之研究

I. 蔬菜性狀對農藥粘着及消退之影響[1]

李文台　鄭　允[2]

摘　　要

臺灣省農業試驗所農藥研究室針對蔬菜易於發生農藥殘留之問題，進行此一系統研究與分析，此文爲第一部分研究結果，乃就24種蔬菜之性狀及施藥後着藥量多少，消退快慢進行分析。研究對象之24種蔬菜包含小葉菜，大葉菜（含包葉菜），豆菜及茄，甜椒，瓜等，測定項目包含與各種蔬菜着藥量有重要關係之表面積與質量比（SMR），全部着藥量（total residue），單位表面着藥量（SDR），成株重量等，全部資料可用於將來成立系統分析所需。試驗時又設定甘藍菜之各項數據爲標準，而換算其他各種蔬菜之各項數值，成爲相對表面積與質量比（r-SMR），相對着藥量（r-residue）及相對單位表面着藥量（r-SDR），易於判定各項因子之大小與特質（以上資料均詳列於表四與表五之中）。試驗結果證實 SMR 值與着藥量成正比，再由 SDR 偏高之蔬菜中，可看出其性狀及表面構造有某些特點有利於聚集藥液，如茄子表面光滑，而其 SDR 值亦低，甜椒表面光滑，但其 SDR 值最高，原因在於甜椒果柄部分之周圍有一環狀之凹陷，在施藥後可聚集 3～6 c.c. 的藥液，而大幅提高其 SDR 值。詳細分析全部資料可檢出降低或提高農藥殘留問題之植物性狀因子，供以後育種參考之用。隨植株之成長， SDR 值亦因而降低，原因可能係植物之幼莖幼葉多毛並常卷曲，而易於聚凝藥液，從而導致單位表面積之粘着量昇高。

就殘量之消退而言，其速率隨不同殺蟲劑之配方，主成分之理化性狀而有差異。本試驗中陶氏松（chlorpyrifos）之殘量消退速率即較加保利（carbaryl）爲快，而包葉菜的緊密構造易於保護殘留於內部之藥液，因而降低其分解速率，由此可見在蔬菜殘留農藥問題上，植物本身性狀是一項重要的決定因子，可大幅影響其對農藥之粘着及消退之速率。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1112 號。本研究爲中央加速農建補助計畫〔70農建—5.1—產—01(02) 與71農建—4.1—產—39 (05) 〕承農業發展委員會補助研究經費，簡淑貝及簡珠碧協助研究工作，謹此致謝。

2.本所應用動物系助理及研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Vol. 32. No. 3 September 1983

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Studies on the Improvement of Blast Disease Resistance of Japonica Rice, Tainung 67 ··························· R. H. Buu and C. S. Huang ······ 201

The Relationship between Photosynthetic Production during Grain-filling and Grain Yield of the Second Crop Rice ·································· A. H. Yang, W. S. Liang, M. L. Wei and D. J. Liu ······ 209

Studies on the Yield Stability of Double Hybrids of Opaque-2 Maize ·················· Tzong-chia Lee, Hung-Shung Lu and Hsiung Wan ······ 219

Influence of Sweet Potato Viruses on the Performaces of Some Agromomic Characteristics of Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) ················ Chia-Hsin Liao, Mei-Lie Chung and Hsin-Sheng Tsay ······ 228

Effect of Sowing Date and Seed Maturation on the Capsule Development and Seed Oil Content of Flax ··· S. M. Chiu, C. M. Han, J. R. Juang ······ 233

The Diagnostic Criteria of Boron Deficiency in Papaya and the Soil Boron Status of Taitung Area ·················· S. S. Chang, N. H. Hu, C. C. Chen and T. F. Chiu ······ 238

Studies of the Relationship between the N_2-fixation Activity of Rhizobia and the Yield of Different Soybean Varieties ···························· Chyi-Jiin Lin ······ 253

Screening Common Beans for Rust Resistance and Physiological Races of Beans Rust Fungus in Taiwan ································· C. C. Yeh ······ 259

Cowpea Aphid-borne Mosaic Virus and Its Effect on the Yield and Quality of Asparagus Bean ······ Chin-An Chang and Yen-Jen Kuo ······ 270

Studies on Stem-rot Disease of Rice .II. Effect of Water Potential on the Growth of the Pathogen ··· C. C. Chien, F. M. Thseng and L. C. Shieh ······ 279

A Survey on Natural Enemies of the Rice Leaf Roller in Taiwan ································· Chien-Chung Chen and Shui-Chen Chiu ······ 286

The Systematical Study of Insecticide Residues in Vegetables I. The Effects of Plant Varieties on the Deposition and Dissipation of Insecticides ························ Wen Tai Lee and Edward Y. Cheng ······ 292

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung Hsien, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺中縣霧峰鄉萬豐
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖